รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานของการบำบัดน้ำเสียในโรงกลั่นน้ำมัน

Feasibility Study on Energy Saving of Sour Water Treatment in Refinery Plant

นายศุภวิชญ์ บุญช่วย

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การศึกษาความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานของการบำบัดน้ำเสียในโรงกลั่นน้ำมัน
ชื่อ-สกุล	นายศุภวิชญ์ บุญช่วย
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมเคมี
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	1. นายพีรพจน์ เพทายพนากิจ วิศวกรส่วนเทคนิคโรงกลั่น
	2. นายศิวัช วลีเกียรติกุล วิศวกรส่วนเทคนิคโรงกลั่น
สถานประกอบการ	บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานในโรงกลั่นน้ำมันจากการนำน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 ไปบำบัดที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสีย (Sour water stripping unit) ของโรงกลั่นที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าสามารถส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ผ่านท่อเหล็กกล้าคาร์บอนที่ใช้อยู่ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ 3 in ความยาว 713 m โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊ม เมื่อจำลองหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ด้วยโปรแกรม Aspen Plus V10 พบว่าการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ทำให้การใช้ไอน้ำที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสีย หอที่ 1 และหอที่ 2 เพิ่มขึ้น 700 kg/h และ 380 kg/h ตามลำดับ และต้องเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำที่หอที่ 1 และหอที่ 2 84% และ 79% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื่องจากบริษัทกำหนดการเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ 20-80% ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล ขนาด 6 in ซึ่งคำนวณต้นทุนค่าวาล์ว ค่าติดตั้ง และระบบควบคุมประมาณ 169,000 บาท ในการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าโครงการนี้มีผลตอบแทนสุทธิ 1 ล้านบาทต่อปี ระยะเวลาการคืนทุน 3 เดือน เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์อัตราผลตอบแทนการลงทุนขั้นต่ำของบริษัท คือ 15% ภายในระยะเวลา 5 ปี ดังนั้นโครงการนี้มีความเป็นไปได้ในการลงทุน

คำสำคัญ: การประหยัดพลังงาน หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสีย การจำลองกระบวนการผลิต Aspen Plus V10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Feasibility Study on Energy Saving of Sour Water Treatment in Refinery Plant

Student Intern: Mr. Suphawich Boonchuay

Faculty: Engineering **Department:** Chemical Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

Mentors: Mr. Peerapot Pataypanakit Technical Engineer

Mr. Siwat Valeekiatkul Technical Engineer

Company: Bangchak Corporation Public Company Limited

ABSTRACT

The energy saving in refinery plant by treating sour water from plant 3 with sour water of plant 4 at the stripping unit of plant 4 was studied. Based on the survey, sour water from plant 3 can be transferred to plant 4 without using pump via the existing piping system, 3-inch ID and 713 m carbon steel pipe. The simulation results by Aspen Plus V10 showed that more steam about 700 kg/h and 380 kg/h, respectively, were required at the first and the second strippers of the stripping unit of plant 4. In this regard, the steam flow control valves at the first and the second strippers should open at 84% and 79%, respectively. However, the criteria due to appropriate percent valve opening in this case study were 20% to 80%. Accordingly, the new 6-inch flow control valve was recommended. The estimated costs of the new flow control valve, installation, instruments and control system were 169,000 Baht. The economic evaluation in terms of the project net profit was approx.1 MBaht/year at the payback period of 3 months. Concerning to the company's criteria of 15% minimum acceptable rate of return (MARR), this project is feasible to invest.

Keywords: Energy saving, Sour water stripper unit, Process simulation, Aspen Plus V10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) มอบโอกาสและเอื้ออำนวยข้อมูลรวมถึงสถานที่ในการทำโครงการสหกิจศึกษาในส่วนงานเทคนิคโรงกลั่นของบริษัท ขอขอบคุณ นายพีรพจน์ เพทายพนากิจ วิศวกรส่วนเทคนิคโรงกลั่น นายศิวัช วลีเกียรติกุล วิศวกรส่วนเทคนิคโรงกลั่น และวิศวกรทุกคนในส่วนเทคนิคโรงกลั่นและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษา รวมถึงติดตามความก้าวหน้าของโครงการ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำ รวมถึงให้ความช่วยเหลือในด้านเนื้อหาเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และตรวจทานความถูกต้องของโครงการ

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วมในโครงการทุกท่าน ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ที่ได้สละเวลาในการให้คำปรึกษาและให้ความร่วมมือในด้านต่างๆ ทำให้โครงการสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผู้จัดทำโครงการสหกิจศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการสหกิจศึกษานี้ จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

ศุภวิชญ์ บุญช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1

1.3 ขอบเขตของงาน 1

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 กระบวนการผลิตน้ำมัน 3

2.2 หลักการของสตริปเปอร์ 15

2.3 การคำนวณความดันขาออกจากระบบท่อ 16

2.4 วาล์ว 19

2.5 กฎการอนุรักษ์พลังงาน 23

2.6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 24

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 27

3.1 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย...... 27

3.2 ประเมินความเป็นไปได้ในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัด
แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 27

3.3 คำนวณความดันของน้ำเสียขาออกจากระบบท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3
ไปยังหน่วยปรับปรุงคุณภาพของโรงกลั่นที่ 4 27

3.4 ทำแบบจำลองกระบวนการผลิตเพื่อประมาณปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในหน่วย
ปรับปรุงคุณภาพน้ำของโรงกลั่นที่ 4 ในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดเพิ่ม ... 28

3.5 ประเมินเปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ 29

3.6 คำนวณอุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด...... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 ประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 29

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 30

4.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย........ 30

4.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 32

4.3 ความดันขาออกจากระบบท่อที่ส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4........ 33

4.4 ปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 เมื่อรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดเพิ่ม........ 34

4.5 ผลการประเมินเปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ 36

4.6 อุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด 36

4.7 ผลการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 37

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 38

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 38

5.2 ข้อเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม 39

ภาคผนวก 41

ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบ 42

ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณความเร็วและความดันของน้ำเสียขาออกจากระบบท่อ 44

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต 47

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณปริมาณไอน้ำที่เพิ่มขึ้นที่สตริปเปอร์หอที่ 1 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 50

ภาคผนวก จ ตัวอย่างการคำนวณอุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด 51

ภาคผนวก ฉ การระบุขนาดของวาล์วควบคุมอัตราการไหล 52

ภาคผนวก ช ตัวอย่างการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 54

ภาคผนวก ซ โครงการเสริม การศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจน 56

ประวัติผู้เขียน **61**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความขรุขระของผิวภายในท่อแต่ละชนิด 19
2.2 สัมประสิทธิ์ความต้านทานของวาล์วและข้อต่อชนิดต่างๆ ในท่อขนาด 3 นิ้ว 19
2.3 ชนิดและสมบัติของวาล์วต่างๆ 20
2.4 ข้อดีข้อจำกัดของวาล์วแต่ละชนิด 20
2.5 สัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์วแต่ละชนิด 21
2.6 สัมประสิทธิ์วาล์วของโกลบวาล์วขนาดต่างๆ 22
2.7 แฟกเตอร์ราคาค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับราคาอุปกรณ์ที่ซื้อ 25
4.1 ข้อมูลของสตริปเปอร์ในโรงกลั่นที่ 3 30
4.2 ข้อมูลของสตริปเปอร์ในโรงกลั่นที่ 4 31
4.3 Available capacity ของวาล์วนิรภัย 33
4.4 องค์ประกอบของน้ำเสียที่เข้าหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของ
โรงกลั่นที่ 3 และ 4 34
4.5 ผลการจำลองกระบวนการผลิตก่อนและหลังรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด 35
4.6 เปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำก่อนและหลังรับน้ำเสียจาก
โรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด 36
ก.1 ข้อมูลของน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 42
ก.2 รายละเอียดท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังโรงกลั่นที่ 4 42
ก.3 ชนิด จำนวน และสัมประสิทธิ์การสูญเสียของเครื่องประกอบในระบบท่อส่งน้ำเสียจาก
โรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 42
ก.4 อุณหภูมิของน้ำหลังผ่านการบำบัดที่ถูกส่งไปยังถังเก็บน้ำ 43
ง.1 ข้อมูลจากตารางไอน้ำ 50
ฉ.1 ข้อมูลของไอน้ำที่ผ่านวาล์วควบคุมอัตราการไหล 52
ช.1 กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี 54
ช.2 มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สะสมในแต่ละปี 55
ซ.1 ความสามารถในการละลายของน้ำในแนฟทาเบาที่อุณหภูมิต่างๆ จากการคำนวณ 57
ซ.2 ปริมาณน้ำในแนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจน 57
ซ.3 ประเภทของน้ำที่สามารถกำจัดได้ในแต่ละกระบวนการ 58
ซ.4 เปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัดของกระบวนการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา 58
ซ.5 เปรียบเทียบชนิดตัวดูดซับในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนและหน่วยต่างๆ ในกระบวนการกลั่นน้ำมัน	3
2.2 หน่วยกลั่นแยกน้ำมันดิบ	4
2.3 หน่วยแยกแก๊ส	5
2.4 หน่วยกลั่นสุญญากาศ	5
2.5 หน่วยแยกรีฟอร์เมท	6
2.6 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สเชื้อเพลิง	7
2.7 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สปิโตรเลียมเหลว	7
2.8 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแนฟทา	8
2.9 หน่วยปรับปรุงคุณภาพเคโรซีน	8
2.10 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สออยล์	9
2.11 หน่วยกำจัดเบนซีน	10
2.12 หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย	10
2.13 หน่วยปรับปรุงคุณภาพโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้ว	11
2.14 หน่วยไอโซเมอไรเซชัน	12
2.15 หน่วยรีฟอร์เมอร์	12
2.16 หน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน	13
2.17 หน่วยผลิตแก๊สไฮโดรเจน	13
2.18 หน่วยผลิตกำมะถัน	14
2.19 หน่วยบำบัดมลพิษทางอากาศจากหน่วยผลิตกำมะถัน	14
2.20 กระบวนการ Stripping แบบไหลสวนทาง	15
2.21 Moody diagram	18
2.22 ตารางไอน้ำ	24
4.1 สตริปเปอร์ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3	30
4.2 สตริปเปอร์หอที่ 1 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4	31
4.3 สตริปเปอร์หอที่ 2 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4	32
4.4 แผนผังท่อน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4	33
ข.1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจาก Moody diagram	46
ค.1 การบันทึกข้อมูลของน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 4 ในแบบจำลองกระบวนการผลิต	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.2 การกำหนดโครงแบบของสตริปเปอร์ในแบบจำลองกระบวนการผลิต 48

ค.3 การกำหนดชั้นที่น้ำเสียเข้าและออกจากสตริปเปอร์ 49

ค.4 การกำหนดความดันสตริปเปอร์... 49

ค.5 การกำหนดความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำที่ผ่านการบำบัดจากสตริปเปอร์หอที่ 1 . 50

ซ.1 a)Free water b) Emulsified water c) Dissolved water 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงกลั่นน้ำมันบางจาก เป็นโรงกลั่นแบบคอมเพล็กซ์ (Complex refinery) ซึ่งเป็นโรงกลั่นน้ำมันที่มีหน่วยแปลงหรือเพิ่มคุณภาพน้ำมัน เช่นหน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน หน่วยกลั่นสุญญากาศ เป็นต้น ซึ่งสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอนที่มีมูลค่าต่ำ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นได้ ภายในโรงกลั่นมีน้ำเสียปนเปื้อนไฮโดรเจนซัลไฟด์ จึงต้องผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสีย เช่น หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย ระบบบำบัดชีวภาพแบบตกตะกอน เป็นต้น

หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย เป็นหน่วยที่ใช้ไอน้ำในการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการกลั่น เช่น น้ำเสียจากเครื่องขจัดเกลือ น้ำเสียจากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจน น้ำเสียจากกระบวนการกลั่นสุญญากาศ เป็นต้น ปัจจุบันพบว่าน้ำเสียที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 และ 4 มีประมาณ 10 m^3/h และ 32 m^3/h ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการออกแบบปริมาณรับน้ำเสียของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 คือ 41 m^3/h หากสามารถปรับปรุงให้รับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ได้จะช่วยลดการใช้ไอน้ำและไฟฟ้าที่ภายในโรงกลั่น นอกจากนี้พบว่ามีท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 อยู่แล้ว ดังนั้นการปรับปรุงหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 มีความน่าสนใจในการลงทุน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณรับน้ำเสียของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 จากโรงกลั่นที่ 3

1.2.2 เพื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

1.3 ขอบเขตของงาน

1.3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณรับน้ำเสียของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 จากโรงกลั่นที่ 3

1.3.2 ประเมินการใช้พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปจากการดำเนินงานโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย

1.4.2 ประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

1.4.3 คำนวณความสามารถในการส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

1.4.4 ทำแบบจำลองหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

1.4.5 ศึกษาผลกระทบจากการหยุดกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3

1.4.6 ประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถลดการใช้ไอน้ำและไฟฟ้าในการบำบัดน้ำเสียในโรงกลั่นน้ำมัน และมีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ในการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตน้ำมัน (บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

โรงกลั่นน้ำมันบางจาก ประกอบด้วยขั้นตอนการผลิต 4 ขั้นตอน คือ

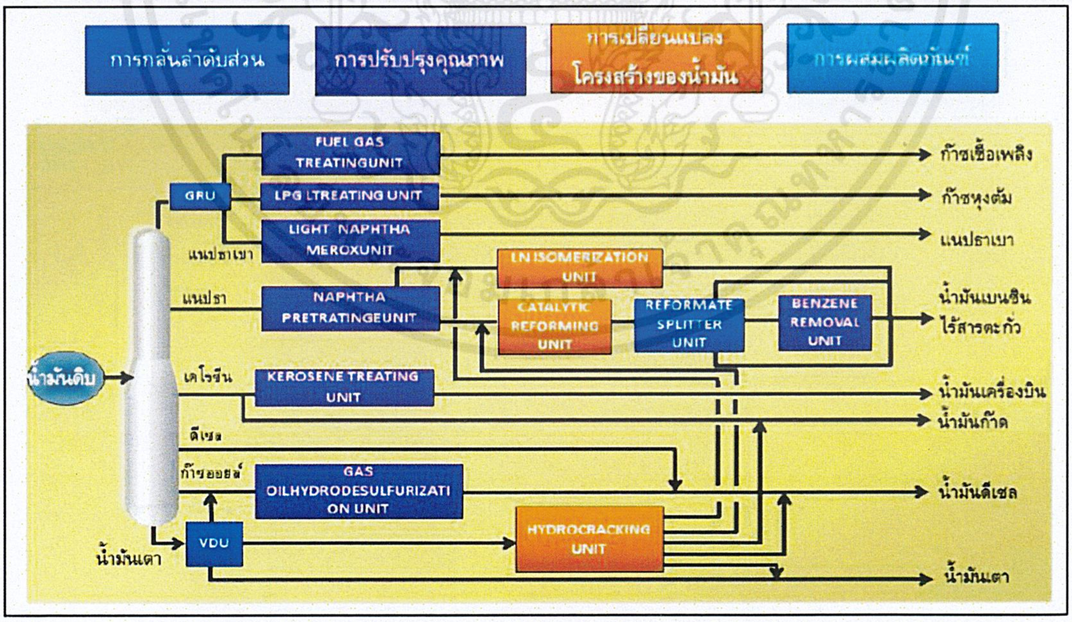
1. การกลั่นลำดับส่วน (Distillation) คือ การแยกน้ำมันดิบเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดยใช้หลักคุณสมบัติความแตกต่างของความสามารถในการระเหยของส่วนประกอบที่อยู่ในน้ำมันดิบ

2. การปรับปรุงคุณภาพ (Treating) คือ การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ ที่อยู่ในน้ำมันดิบ และผลิตภัณฑ์ เช่น กำมะถัน เพื่อการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ

3. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Conversion) คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่า

4. การผสมผลิตภัณฑ์ (Blending) คือ การผสมน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน และอาจมีการเติมสารเติมแต่ง (Additive) เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐาน

ขั้นตอนการผลิตน้ำมันทั้ง 4 ขั้นตอนประกอบด้วยหน่วยต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



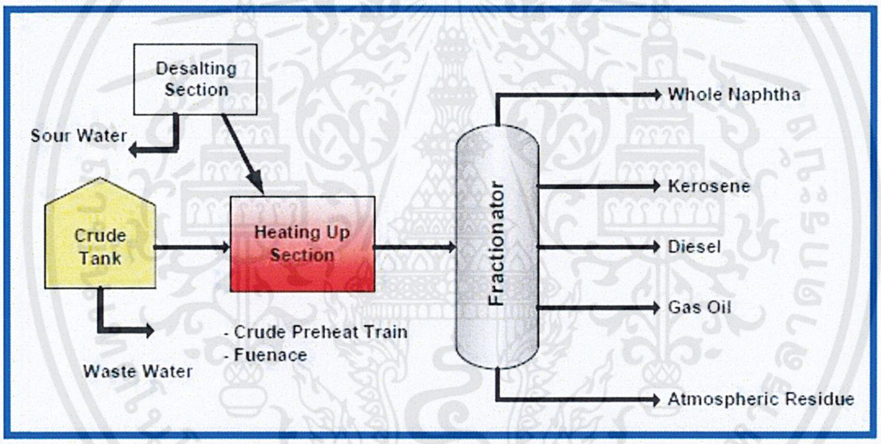
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนและหน่วยต่างๆ ในกระบวนการกลั่นน้ำมัน
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การกลั่นลำดับส่วน (Distillation)

2.1.1.1 หน่วยกลั่นแยกน้ำมันดิบ (Crude distillation unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่แยกน้ำมันดิบให้เป็นองค์ประกอบต่างๆ โดยใช้หลักการความแตกต่างของจุดเดือดขององค์ประกอบต่างๆ ที่อุณหภูมิและความดันใดๆ น้ำมันดิบส่งเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) และเตาเผา (Furnace) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าสู่หอกลั่นแยก (Fractionator) องค์ประกอบที่มีจุดเดือดต่ำจะออกทางด้านบนของหอกลั่นเนื่องจากสามารถระเหยได้ดีกว่า ในทางกลับกันองค์ประกอบที่มีจุดเดือดสูงกว่าจะออกทางจากหอกลั่นในชั้นที่ต่ำลงมา และองค์ประกอบที่มีจุดเดือดสูงที่สุดจะออกทางด้านล่างของหอกลั่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นแยกน้ำมันดิบ ได้แก่ องค์ประกอบแก๊สผสม (Gas mixture) เคโรซีน (Kerosene) น้ำมันดีเซล (Diesel) แก๊สออยล์ (Gas oil) และกากน้ำมันก้นหอกลั่นบรรยากาศ (Atmospheric residue, AR) ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะถูกส่งไปยังกระบวนการต่อไปดังรูปที่ 2.2



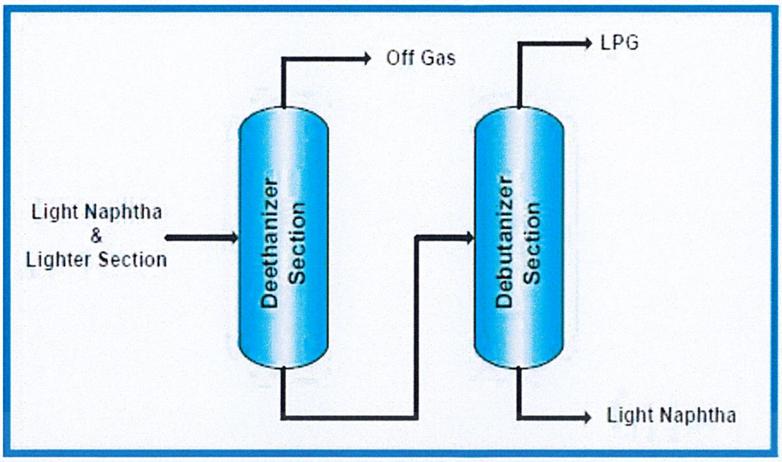
รูปที่ 2.2 หน่วยกลั่นแยกน้ำมันดิบ

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.1.2 หน่วยแยกแก๊ส (Gas recovery unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่รับแก๊สผสมที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ โดยแก๊สที่เข้ามาที่หน่วยนี้จะถูกแยกออกเป็นแก๊สเชื้อเพลิง (Fuel gas) แก๊สปิโตรเลียมเหลว (Liquified petroleum gas, LPG) และแนฟทาเบาซึ่งจะถูกนำไปปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการกลั่นลำดับต่อไป ดังรูปที่ 2.3

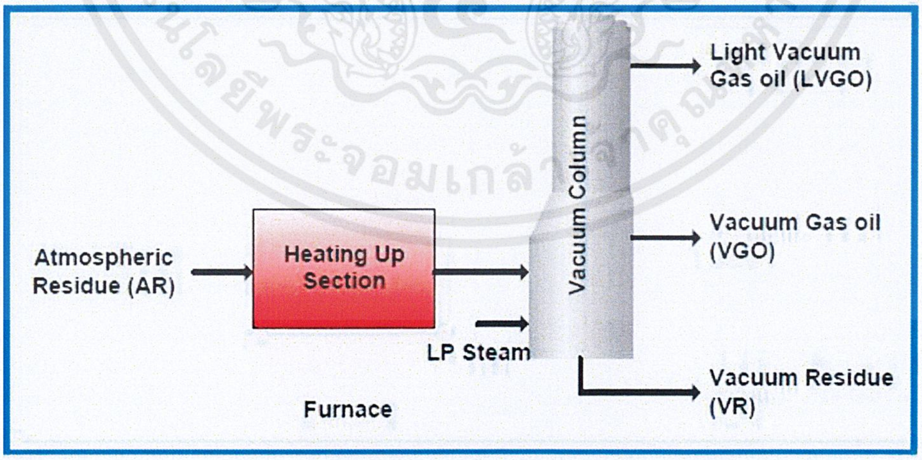
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 หน่วยแยกแก๊ส
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.1.3 หน่วยกลั่นสุญญากาศ (Vacuum distillation unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่รับกากน้ำมันก้นหอกลั่นบรรยากาศจากหอกลั่นน้ำมันดิบมากลั่นแยกในสภาวะสุญญากาศเพื่อลดจุดเดือดในการกลั่นแยก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นสุญญากาศ คือ แก๊สออยล์สุญญากาศชนิดเบา (Light vacuum gas oil, LVGO) โดยจะถูกส่งเข้าหน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สออยล์ (Gas oil hydrodesulfurization unit) แก๊สออยล์สุญญากาศชนิดหนัก (Vacuum gas oil, VGO) โดยจะถูกส่งไปยังหน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน (Hydrocracking unit) และกากน้ำมันก้นหอสุญญากาศ (Vacuum residue, VR) ซึ่งจะส่งไปเป็นน้ำมันเตา ดังรูปที่ 2.4

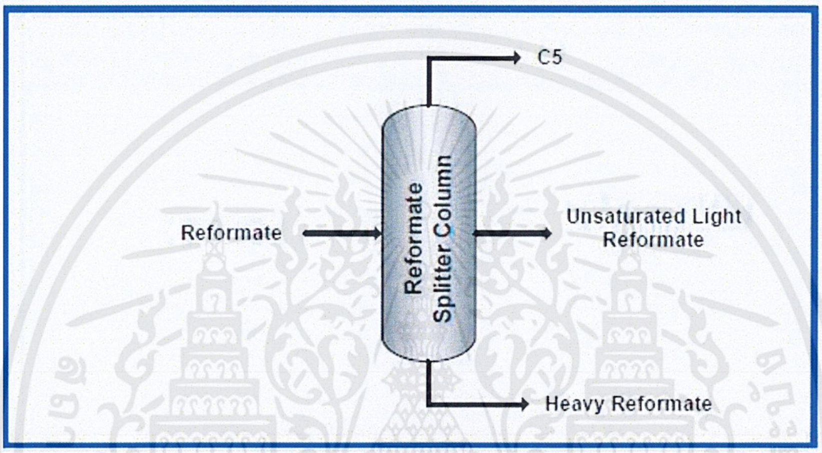


รูปที่ 2.4 หน่วยกลั่นสุญญากาศ
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 หน่วยแยกรีฟอร์เมท (Reformate splitter unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่แยกรีฟอร์เมท (Reformate) ที่ได้จากหน่วยรีฟอร์เมอร์ (Catalytic reforming unit) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากหน่วยนี้คือ ไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ซึ่งจะถูกส่งไปยังหน่วยผลิตแก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen plant) และใช้ผสมเป็นน้ำมันเบนซิน (Gasoline) รีฟอร์เมทชนิดเบาที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated light reformate) จะถูกส่งไปยังหน่วยกำจัดเบนซีน (Benzene removal unit) และรีฟอร์เมทชนิดหนัก (Heavy reformate) โดยจะถูกส่งไปผสมเพื่อเป็นน้ำมันเบนซิน ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 หน่วยแยกรีฟอร์เมท

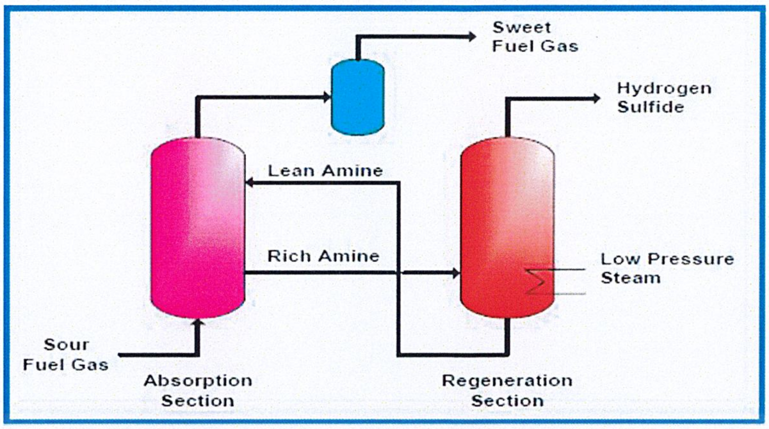
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2 การปรับปรุงคุณภาพ (Treating)

2.1.2.1 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สเชื้อเพลิง (Fuel gas treating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่กำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแก๊สเชื้อเพลิงโดยใช้สารละลายเอมีน (Amine solution) เป็นสารดูดซึม แก๊สเชื้อเพลิงที่ผ่านการแยกแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เหล่านี้จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิง ส่วนสารละลายเอมีนจะถูกแยกแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกที่สตริปเปอร์และนำกลับมาใช้ใหม่ ส่วนแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ถูกแยกออกจะถูกส่งไปยังหน่วยผลิตกำมะถัน (Sulfur recovery unit) ดังรูปที่ 2.6

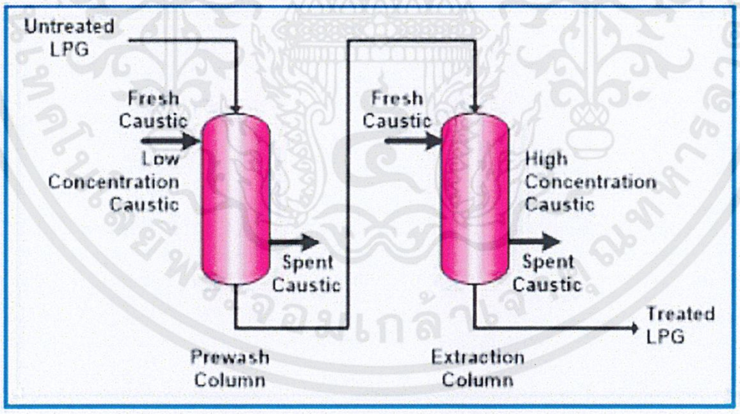
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สเชื้อเพลิง
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2.2 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG treating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสารประกอบกำมะถันจำพวกเมอร์แคปแทน (Mercaptan) ในแก๊สปิโตรเลียมเหลวให้กลายเป็นสารประกอบไดซัลไฟด์ (Disulfide) พร้อมทั้งแยกสารประกอบไดซัลไฟด์ออก แก๊สปิโตรเลียมเหลวกำมะถันต่ำที่ได้จากกระบวนการนี้จะถูกส่งเข้าสู่ถังเก็บเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป ดังรูปที่ 2.7



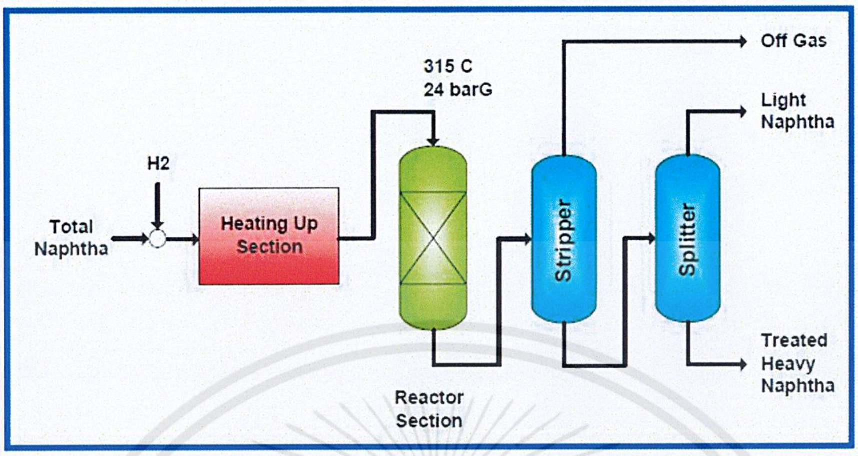
รูปที่ 2.7 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สปิโตรเลียมเหลว
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2.3 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแนฟทา (Naphtha pretreating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่กำจัดสารประกอบกำมะถันในแนฟทาโดยใช้ความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยา ทำปฏิกิริยากับแก๊สไฮโดรเจนเป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จะถูกแยกออกที่สตริปเปอร์และส่งไปรวมกับแก๊สเชื้อเพลิงที่มีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เจือปน แนฟทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกแยกเป็นแนฟทาเบาและแนฟทาหนัก จากนั้นจะถูกส่งไปยังหน่วยเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อเพิ่มคุณภาพต่อไป ดังรูปที่ 2.8

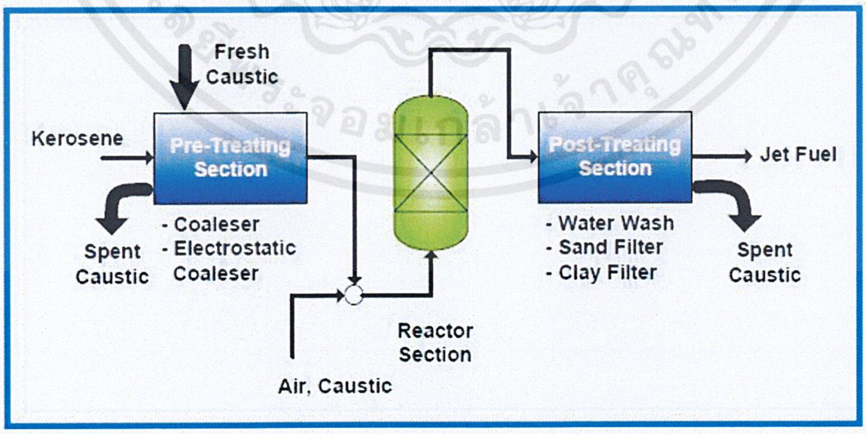


รูปที่ 2.8 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแนฟทา

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2.4 หน่วยปรับปรุงคุณภาพเคโรซีน (Kerosene treating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสารประกอบกำมะถันพวกเมอร์แคปเทนในเคโรซีนให้กลายเป็นสารประกอบไดซัลไฟด์ โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเมอร์แคปแทนให้กลายเป็นสารประกอบไดซัลไฟด์ จากนั้นส่งเคโรซีนไปยังอุปกรณ์กำจัดสิ่งเจือปนอื่นๆ และส่งเข้าถังเก็บเพื่อรอการจำหน่าย ดังรูปที่ 2.9



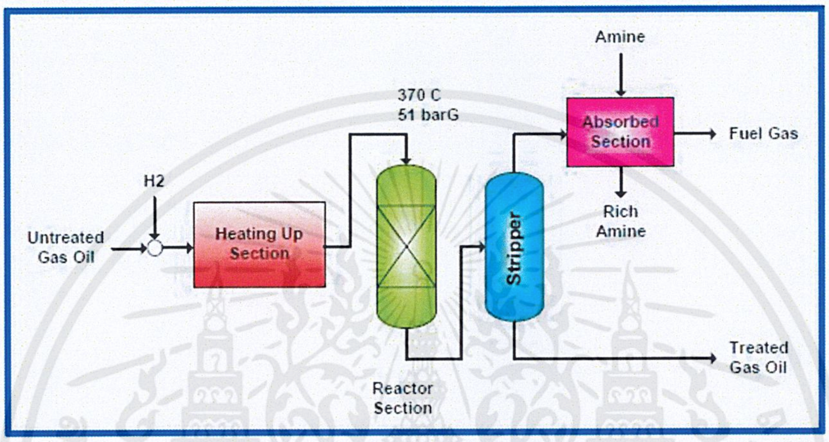
รูปที่ 2.9 หน่วยปรับปรุงคุณภาพเคโรซีน

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.5 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สออยล์ (Gas oil hydrodesulfurization unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่กำจัดสารประกอบกำมะถันออกจากแก๊สออยล์โดยใช้แก๊สไฮโดรเจนภายใต้ความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยา เปลี่ยนสารประกอบกำมะถันให้เป็นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ แก๊สนี้จะถูกแยกออกจากน้ำมัน และส่งไปรวมกับแก๊สเชื้อเพลิงที่มีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เจือปนเพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่อไป ส่วนแก๊สออยล์จะถูกส่งเข้าสู่ถังเก็บเพื่อรอการจำหน่าย ดังรูปที่ 2.10

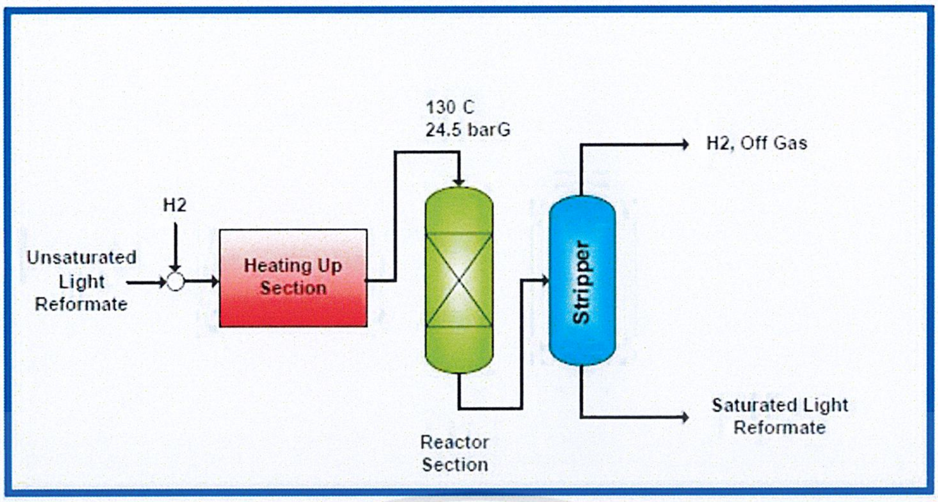


รูปที่ 2.10 หน่วยปรับปรุงคุณภาพแก๊สออยล์
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2.6 หน่วยกำจัดเบนซีน (Benzene removal unit)

เป็นหน่วยที่เพิ่มความเสถียรให้แก่รีฟอร์เมทชนิดเบาที่ไม่อิ่มตัวโดยการกำจัดเบนซีน โดยใช้แก๊สไฮโดรเจนและตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นตัวช่วย ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเบนซีนให้กลายเป็นไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane) จากนั้นแยกแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สผสมอื่นๆ (Off gas) ออกจากรีฟอร์เมทชนิดเบาอิ่มตัว ซึ่งจะส่งรีฟอร์เมทชนิดเบาอิ่มตัวไปหน่วยผสมผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

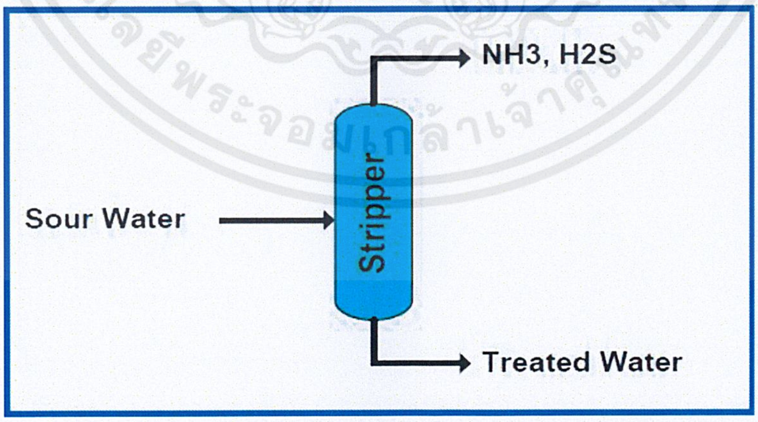


รูปที่ 2.11 หน่วยกำจัดเบนซีน

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.2.7 หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย (Sour water stripping unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่กำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สแอมโมเนียออกจากน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการกลั่น ได้แก่ หน่วยกลั่นแยกน้ำมันดิบ หน่วยกำจัดกำมะถันในแนฟทา และหน่วยกำจัดกำมะถันในแก๊สออยล์ โดยแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์และแก๊สแอมโมเนียบางส่วนจะถูกส่งไปหน่วยผลิตกำมะถัน และส่วนที่เหลือจะถูกส่งไปเผาเพื่อกำจัด น้ำที่ผ่านการกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์แล้วจะนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตบางส่วนและส่งส่วนที่เหลือไปหน่วยบำบัดน้ำเสีย ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย

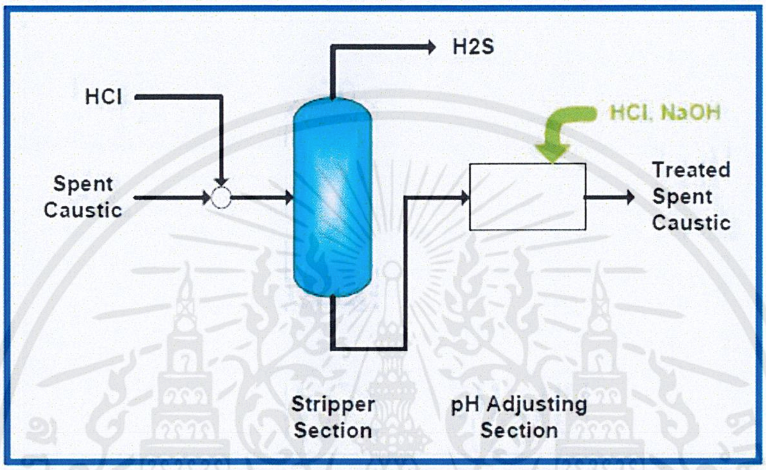
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.8 หน่วยปรับปรุงคุณภาพโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้ว (Spent caustic treating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่กำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้วจากหน่วยกำจัดกำมะถันในแก๊สปิโตรเลียมเหลวและเคโรซีน โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้วจะถูกปรับสภาพให้เป็นกรดก่อนเข้าสู่สตริปเปอร์เพื่อแยกแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการกำจัดกำมะถันจะถูกนำไปปรับสภาพความเป็นกรดด่างก่อนส่งไปยังหน่วยบำบัดน้ำเสีย ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 หน่วยปรับปรุงคุณภาพโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้แล้ว
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

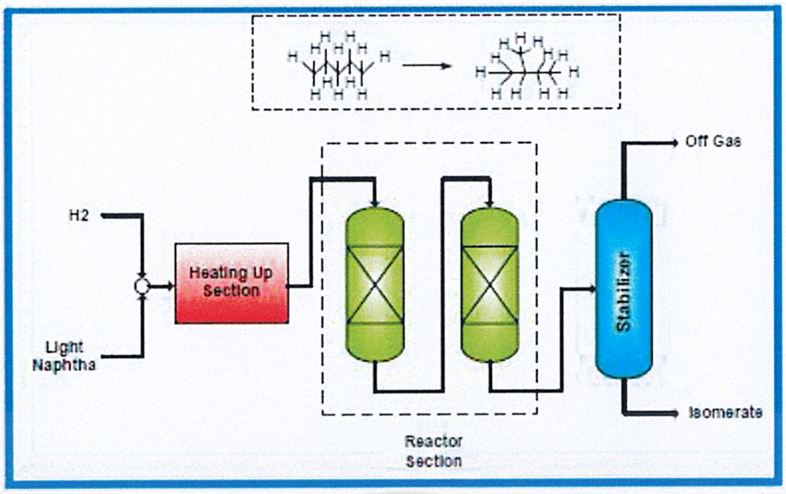
2.1.3 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Conversion)

2.1.3.1 หน่วยไอโซเมอไรเซชัน (Isomerization unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลของแนฟทาเบาที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบโซ่ตรงให้มีโครงสร้างโมเลกุลแบบโซ่กิ่งที่มีค่าออกเทนสูงขึ้น ซึ่งเรียกว่าไอโซเมอร์เรท (Isomerate) โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและแก๊สไฮโดรเจน และนำไปผสมเป็นน้ำมันเบนซีน ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

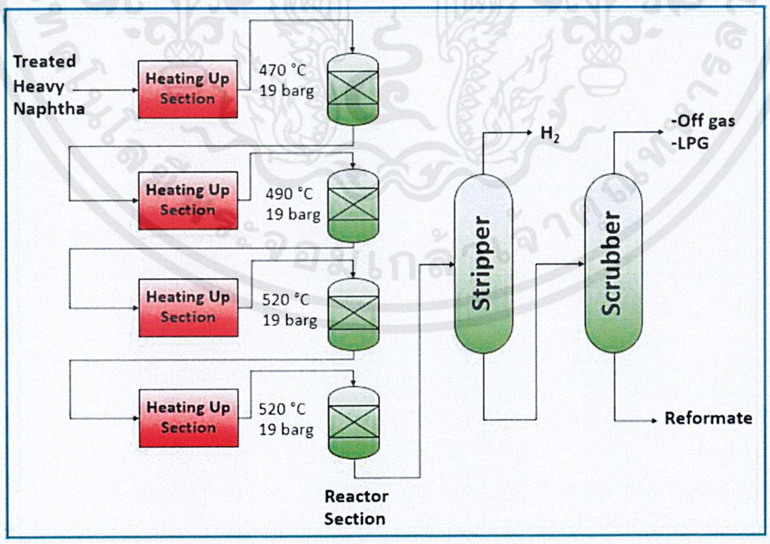
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 หน่วยไอโซเมอไรเซชัน
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.3.2 หน่วยรีฟอร์เมอร์ (Catalytic reforming unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลของแนฟทาหนักให้เป็นโครงสร้างที่มีค่าออกเทนสูงขึ้นซึ่งเรียกว่ารีฟอร์เมทโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งจะเปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลให้กลายเป็นโครงสร้างโมเลกุลแบบวงแหวน รีฟอร์เมทจะถูกส่งไปผสมเป็นน้ำมันเบนซีน ดังรูปที่ 2.15

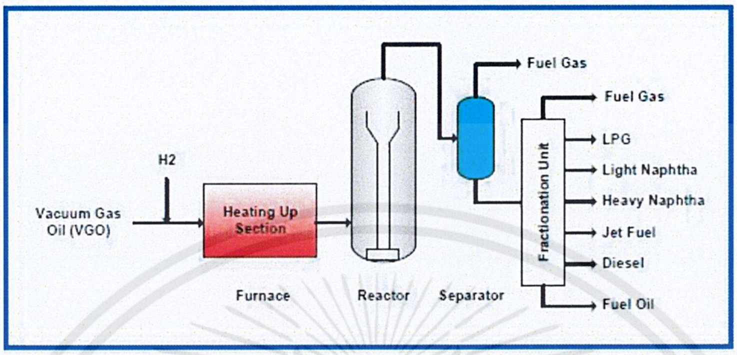


รูปที่ 2.15 หน่วยรีฟอร์เมอร์
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 หน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน (Hydrocracking unit)

ทำเป็นหน่วยที่ทำหน้าที่แตกโมเลกุลแก๊สออยล์สุญญากาศชนิดหนักออกเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลง จากนั้นแยกองค์ประกอบต่างๆ ด้วยหอกลั่นและจะถูกส่งไปยังอื่นๆ ต่อไป ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 หน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

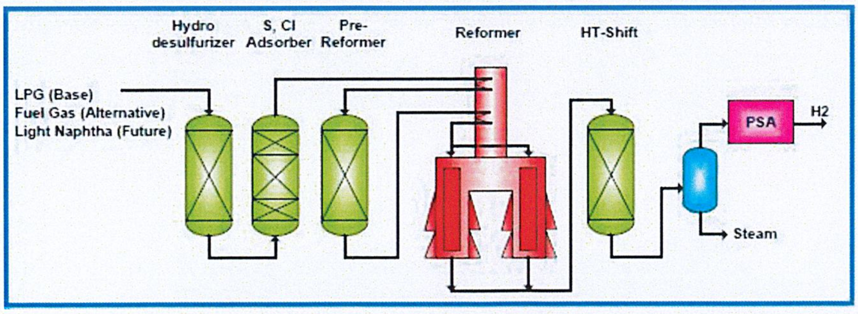
2.1.4 การผสมผลิตภัณฑ์

การผสมผลิตภัณฑ์นี้จะเกิดขึ้นเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการกลั่นน้ำมัน โดยผสมผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และอาจมีการเติมสารเติมแต่ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน

2.1.5 หน่วยสนับสนุนกระบวนการผลิต

2.1.5.1 หน่วยผลิตแก๊สไฮโดรเจน (Hydrogen plant)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ผลิตแก๊สไฮโดรเจนเพื่อส่งไปใช้ในหน่วยแตกโมเลกุล โดยแก๊สเชื้อเพลิง แก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือแนฟทาเบาจะถูกกำจัดสารประกอบกำมะถัน และโลหะหนักก่อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์ จากนั้นส่งแก๊สไฮโดรเจนบริสุทธิ์ไปยังหน่วยแตกโมเลกุล ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 หน่วยผลิตแก๊สไฮโดรเจน

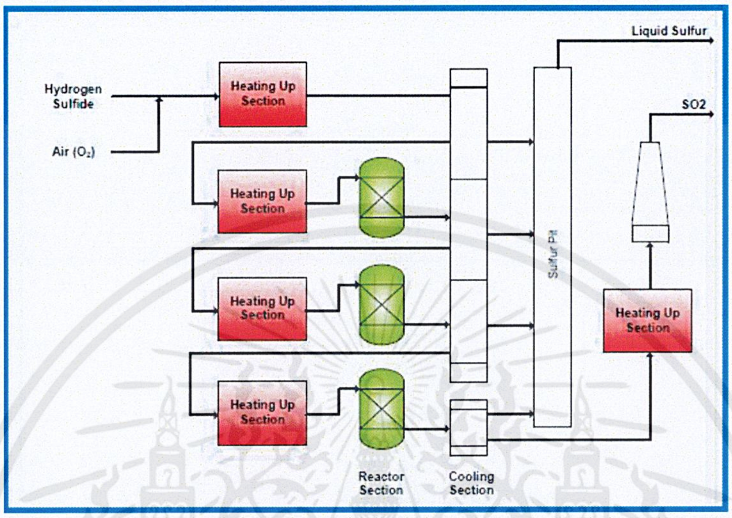
(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.2 หน่วยผลิตกำมะถัน (Sulfur recovery unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ผลิตกำมะถันเหลวโดยการทำปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์กับแก๊สออกซิเจนโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา กำมะถันเหลวที่ได้จะถูกส่งไปเก็บที่ถังเพื่อรอการจำหน่าย ดังรูปที่ 2.18

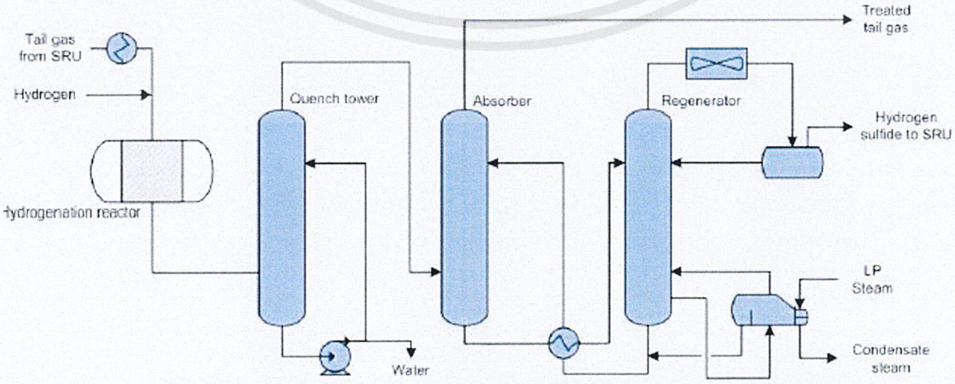


รูปที่ 2.18 หน่วยผลิตกำมะถัน

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

2.1.5.3 หน่วยบำบัดมลพิษทางอากาศจากหน่วยผลิตกำมะถัน (Tail gas treating unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่บำบัดมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากหน่วยผลิตกำมะถันโดยใช้แก๊สไฮโดรเจน ตัวเร่งปฏิกิริยา และสารละลายเอมีน แก๊สเสียที่มีแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยผลิตกำมะถันอีกครั้ง ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 หน่วยบำบัดมลพิษทางอากาศจากหน่วยผลิตกำมะถัน

(บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

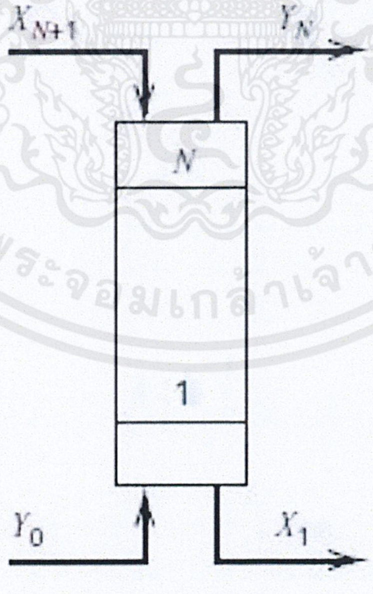
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.4 หน่วยบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment unit)

เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากกระบวนการกลั่น ห้องปฏิบัติการ และถังน้ำมัน จะผ่านขั้นตอนการแยกน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวหน้าออกจากน้ำโดยใช้อุปกรณ์ดักเก็บน้ำมัน อุปกรณ์แยกน้ำมัน และการใช้ฟองอากาศจากระบบ DAF (Dissolved air floatation) ก่อนผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดชีวภาพแบบตกตะกอน (Activated sludge process) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนน้ำเสียจากหอทำความเย็น หม้อน้ำ หน่วยผลิตกระแสไฟฟ้า และหน่วยผลิตน้ำปราศจากไอออน จะถูกปรับสภาพให้เป็นกลาง และพักที่บ่อพักน้ำก่อนระบายออกไป

2.2 หลักการของสตริปเปอร์ (Seader, J. D. et al., 2011 และ Schaschke, C., 2014)

สตริปเปอร์เป็นหอที่ใช้หลักการตรงข้ามกับการดูดซึม โดยมีหลักการคือการใช้สารในวัฏภาคแก๊สมาดึงองค์ประกอบที่ไม่ต้องการในวัฏภาคของเหลวออก เพื่อลดปริมาณองค์ประกอบที่ระเหยได้ออกจากวัฏภาคของเหลว โดยทั่วไปของเหลวจะถูกป้อนเข้าทางด้านบนของสตริปเปอร์ และเคลื่อนที่สวนกับแก๊สเพื่อเกิดการถ่ายเทมวลสาร ตัวอย่างของสตริปเปอร์ เช่น การกำจัดแก๊สแอมโมเนียออกจากน้ำเสีย การกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากน้ำเสีย การกำจัดสารอินทรีย์ไอระเหยออกจากน้ำเสีย เป็นต้น ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 กระบวนการ Stripping แบบไหลสวนทาง

(Seader, J. D. et al., 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การคำนวณความดันขาออกจากระบบท่อ (Barker, G., 2017 และ Silowash, B., 2010)

การไหลภายในท่อจะต้องคำนึงถึงความดันลดภายในระบบท่อเพื่อยืนยันว่าของไหลสามารถไหลผ่านระบบท่อไปยังปลายทางได้ ซึ่งจะต้องมีความดันขาออกสูงกว่าความดันที่ตำแหน่งปลายทาง สำหรับของไหลที่มีความหนาแน่นคงที่ ระบบอยู่ในสภาวะคงตัว และไม่มีการไหลผ่านปั๊ม สามารถคำนวณหาความดันขาออกจากระบบท่อได้จากสมการที่ 2-1

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(z_1 - z_2) - \Delta P \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ v_1 = ความเร็วของของไหลภายในท่อขาเข้า (m/s)

v_2 = ความเร็วของของไหลภายในท่อขาออก (m/s)

P_1 = ความดันของของไหลภายในท่อขาเข้า (Pa)

P_2 = ความดันของของไหลภายในท่อขาออก (Pa)

z_1 = ความสูงของท่อขาเข้าจากจุดอ้างอิง (m)

z_2 = ความสูงของท่อขาออกจากจุดอ้างอิง (m)

g = ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

ΔP = ความดันลดภายในระบบท่อ (Pa)

ความเร็วของของไหลภายในระบบท่อคำนวณได้จากสมการที่ 2-2

$$v = \frac{Q}{A} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^3/s)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (m^2)

v = ความเร็วของของไหลภายในท่อ (m/s)

ความสูญเสียรวมภายในระบบท่อเกิดจากสองสาเหตุ คือ การสูญเสียหลักซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานของของไหลกับผิวของท่อ และการสูญเสียรองซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลจากวาล์วและข้อต่อ ในระบบท่อโดยมีรายละเอียดในการคำนวณดังสมการที่ 2-3

$$\Delta P = \frac{\rho f l v^2}{2D} + \frac{\rho \sum K v^2}{2} \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

f = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อ

l = ความยาวของระบบท่อ (m)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K = สัมประสิทธิ์การสูญเสียของวาล์วและข้อต่อภายในระบบท่อ

g = ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

โดยที่ f หาได้จาก Moody diagram ซึ่งขึ้นอยู่กับความขรุขระภายในของระบบท่อและลักษณะการไหลของของไหลภายในระบบท่อ โดยมีปริมาณไร้หน่วยที่ใช้อธิบายลักษณะของการไหล คือ Reynolds number ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-4

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho v D}{\mu} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ Re = เลขเรย์โนลด์

ρ = ความหนาแน่นของของไหลในระบบท่อ (kg/m^3)

v = ความเร็วของของไหลในระบบท่อ (m/s)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของระบบท่อ (m)

μ = ความหนืดของของไหล (kg/m□s)

เลขเรย์โนลด์เป็นตัวแปรไร้หน่วยที่บ่งบอกถึงลักษณะการไหลของของไหล โดยสามารถแบ่งลักษณะการไหลได้ 3 ลักษณะ คือ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) การไหลแบบทรานซิชัน (Transition flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) โดยลักษณะการไหลภายในท่อสามารถพิจารณาตามเงื่อนไขดังนี้

$\mathrm{Re} \le 2{,}000$ เป็นการไหลแบบราบเรียบ

$2{,}000 < \mathrm{Re} \le 4{,}000$ เป็นการไหลแบบทรานซิชัน

$4{,}000 < \mathrm{Re}$ เป็นการไหลแบบปั่นป่วน

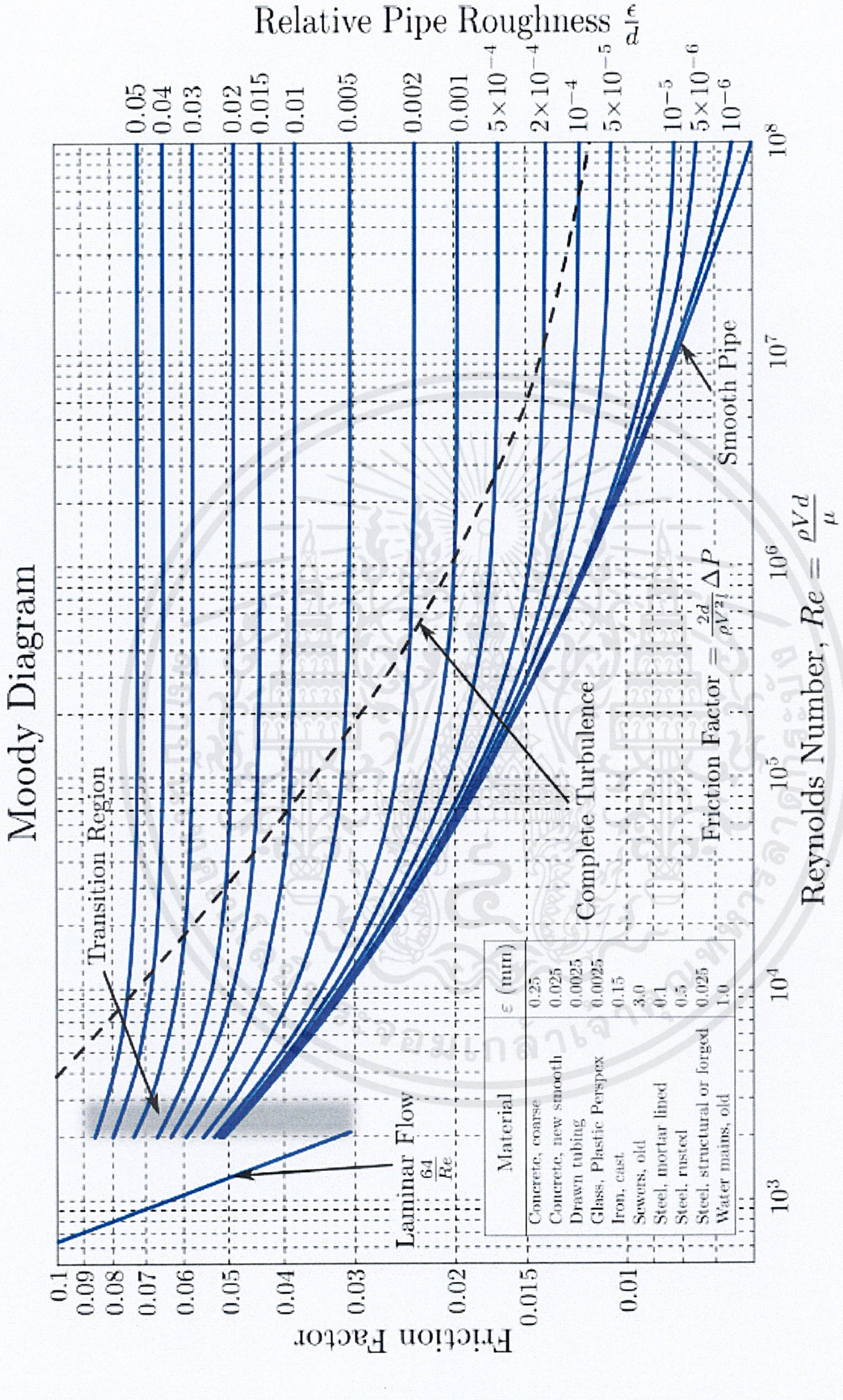
ในกรณีที่รูปแบบการไหลของของไหลเป็นแบบราบเรียบ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อและเลขเรย์โนลด์จะเป็นเส้นตรง โดยสามารถหาค่า f ได้จากสมการที่ 2-5

$$f = \frac{16}{\mathrm{Re}} \qquad (2\text{-}5)$$

สำหรับการไหลแบบปั่นป่วนสามารถหา f ได้จาก Moody diagram ซึ่งเป็นผลจากการทดลองในสภาวะต่างๆ โดยจะต้องทราบชนิดของท่อและขนาดของท่อเพื่อคำนวณหา ความขรุขระสัมพัทธ์ของท่อ ดังรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 Moody diagram

(Barker, G., 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความขรุขระของผิวภายในท่อแต่ละชนิดจะมีค่าไม่เท่ากันสามารถหาค่าได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความขรุขระของผิวภายในท่อแต่ละชนิด (สุธรรม สุขมณี, 2560)

ชนิดของท่อ	ความขรุขระของท่อ (mm)
ท่อรีดเรียบ	0.0015
ท่อเหล็กกล้าและท่อเหล็กล้วนทั่วไป	0.05
ท่อเหล็กอาบแอสฟัลท์	0.13
ท่อเหล็กหล่อ	0.25
ท่อคอนกรีต	0.25-2.5

การสูญเสียรองเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลเมื่อของไหลไหลผ่านอุปกรณ์ติดตั้งภายในระบบท่อ เช่น ข้อต่อ วาล์ว โดยค่าสามารถคำนวณหาค่าสูญเสียได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสีย (K) สำหรับวาล์วขณะเปิดเต็มที่และข้อต่อในท่อขนาด 3 นิ้ว ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัมประสิทธิ์ความต้านทานของวาล์วและข้อต่อชนิดต่างๆ ในท่อขนาด 3 นิ้ว (Silowash, B., 2010)

ชนิดของวาล์วและข้อต่อ	ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน
Gate valve	0.14
Check valve	1.8
45° bend	0.27
90° bend	1.08
Tee – run through	0.36
Tee – branching flow	1.08

2.4 วาล์ว (Valve) (สุธรรม สุขมณี, 2560)

วาล์วเป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการไหลของของไหล ลักษณะควบคุมมีต่างกัน เช่น ควบคุมการเปิดหรือปิด ปรับอัตราการไหล ควบคุมทิศทางการไหล เป็นต้น การกำหนดขนาดของวาล์วจะต้องคำนึงถึงหลายๆ ตัวแปร เช่น อุณหภูมิ ความดัน ลักษณะของการควบคุม ค่าความดันลดตกคร่อมวาล์ว เป็นต้น วาล์วมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีขอบเขตการใช้งานที่แตกต่างออกไป ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ชนิดและสมบัติของวาล์วต่างๆ

ชนิดวาล์ว	ช่วงขนาด ระบุ (mm)	ความดันใช้งาน สูงสุด (MPa)	อุณหภูมิใช้งาน สูงสุด (°C)	ลักษณะงานที่ใช้
Gate	15-1,200	17	1,000	เปิด-ปิด
Globe	15-750	17	500	ควบคุมการไหล เปิด-ปิดสำหรับของเหลวใส
Butterfly	50 ขึ้นไป	14	1,000	ควบคุมการไหล
Ball	3-1,000	70	500	ควบคุมการไหล เปิด-ปิด

วาล์วแต่ละชนิดมีข้อดีข้อจำกัดแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ข้อดีข้อจำกัดของวาล์วแต่ละชนิด

ชนิดวาล์ว	ข้อดี	ข้อจำกัด
Gate valve	ราคาถูก ไม่เปลี่ยนแนวการไหล ความดันลดระหว่างวาล์วต่ำ	ใช้กับของเหลวมีสิ่งแขวนลอยไม่ได้ ใช้ควบคุมอัตราการไหลไม่ได้ดี มีโอกาสรั่วซึมเมื่อใช้กับแก๊ส
Globe valve	ใช้ควบคุมอัตราการไหลได้ดี ปิดสนิท ค่าคืนกลับความดันต่ำ	ราคาแพง เปลี่ยนแนวการไหล ใช้กับของเหลวมีสิ่งแขวนลอยไม่ได้
Butterfly valve	ความดันลดระหว่างวาล์วต่ำ	ค่าคืนกลับความดันสูง มีโอกาสรั่วซึมได้ง่าย
Ball valve	ความดันลดระหว่างวาล์วต่ำ ง่ายต่อการบำรุงรักษา	ค่าคืนกลับความดันสูง

2.4.1 โกลบวาล์ว (Globe valve) (Smith, P. and Zappe, R. W., 2003 และ Automation Forum. Co., 2018)

เป็นวาล์วที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลภายในระบบท่อ เพื่อให้มีอัตราการไหลตามที่ต้องการหรือใช้ควบคุมร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบควบคุม เพื่อให้มีอุณหภูมิ ความดัน หรือระดับของของเหลวตามค่าควบคุมไว้ มีลักษณะการเปิดปิดด้วยการเคลื่อนที่ขึ้นลงของลิ้นวาล์วใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวตั้งฉากกับแป้นวาล์ว (Seat) สามารถใช้งานได้ทั้งแบบเปิดปิดและแบบควบคุมอัตราการไหล โกลบวาล์วสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. วาล์วแบบ Single seat เป็นวาล์วที่นิยมใช้โดยทั่วไป และมีส่วนประกอบภายในที่น้อย มีขนาดที่เล็กกว่าวาล์วแบบ Double seat การดูแลรักษาสามารถทำได้ง่าย

2. วาล์วแบบ Double seat เป็นวาล์วที่มีแป้นวาล์ว 2 ชิ้น ภายในตัววาล์ว จึงทำให้ใช้แรงจากหัวขับวาล์ว (Actuator) ลดลงในการควบคุมอัตราการไหล การดูแลรักษาทำได้ยากกว่าวาล์วแบบ Single seat และเนื่องจากมีส่วนประกอบภายในตัววาล์วที่เยอะกว่าจึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก

2.4.2 การระบุขนาดของวาล์ว (สุธรรม สุขมณี, 2560)

การกำหนดชนิดและขนาดของวาล์วที่ใช้กับไอน้ำ มีขั้นตอนและวิธีการตรวจสอบดังนี้

1. กำหนดอัตราการไหลเชิงมวลของไอน้ำในการออกแบบ โดยใช้ค่าที่สูงกว่า ระหว่าง 1.3 เท่าของอัตราการไหลเชิงมวลปกติ หรือ 1.1 เท่าของอัตราการไหลเชิงมวลสูงสุดดังสมการที่ 2-6

$$W_{des} = \max(1.3W_n, 1.1W_{\max}) \tag{2-6}$$

2. หาค่าสัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์ว (Vapor recovery coefficient, C_I) ตามชนิดของวาล์วที่กำหนด แล้วตรวจสอบภาวะการไหลแบบวิกฤตภายในวาล์ว โดยใช้เงื่อนไขของ sine function (α) ดังสมการที่ 2-7

$$\alpha = \frac{3,417}{C_I}\sqrt{\frac{\Delta P_{des}}{P_I}} \tag{2-7}$$

มุม α จะต้องมีค่าไม่เกิน 90° เพื่อไม่ให้เกิดการไหลแบบวิกฤตภายในวาล์ว หากมุม α มีค่าเกิน 90° จะต้องเปลี่ยนชนิดวาล์วให้ค่า C_I สูงกว่าเดิมหรือปรับค่า ΔP_{des} ให้น้อยลง สัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์วสามารถหาได้จากตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 สัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์วแต่ละชนิด (สุธรรม สุขมณี, 2560)

ชนิดของวาล์ว	สัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์ว (C_I)
Ball valve	22
Conventional butterfly valve	24.7
Fishtail butterfly valve	16
Single seat & double seat globe valve	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำนวณสัมประสิทธิ์ความจุไอหรือไอน้ำ ตามค่าความดันของไอหรือไอน้ำที่ทางเข้าวาล์ว (P_I) ดังสมการที่ 2-8 และ 2-9

เมื่อ $P_I < 16$ MPa; $$C_s = \frac{15.2\left(1+0.00117T_{sh}\right)\times W_{des}}{P_I \sin\left(\alpha\right)} \quad (2\text{-}8)$$

เมื่อ $P_I \geq 16$ MPa; $$C_s = \frac{21.85\times W_{des}}{\sin\left(\alpha\right)\sqrt{\rho_s P_I}} \quad (2\text{-}9)$$

เมื่อ T_{sh} = องศาร้อนยิ่งยวดของไอน้ำ (Degree of superheated)

4. ปรับค่าของสัมประสิทธิ์ความจุไอหรือไอน้ำ (C_s) ให้เป็นสัมประสิทธิ์ของวาล์วที่ต้องการ (C_{vc})โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง สัมประสิทธิ์ความจุไอน้ำกับ สัมประสิทธิ์การคืนตัวของไอในวาล์ว (C_I) ตามสมการ 2-10

$$C_{vc} = \frac{20C_s}{C_I} \quad (2\text{-}10)$$

5. กำหนดขนาดของวาล์วจากค่าของ C_v และ C_{vc} โดยใช้เงื่อนไข

$$1.25C_{vc} \leq C_v \leq 2C_{vc} \quad (2\text{-}11)$$

สัมประสิทธิ์วาล์ว (C_v) ของโกลบวาล์วแต่ละขนาดมีค่าดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 สัมประสิทธิ์วาล์วของโกลบวาล์วขนาดต่างๆ (สุธรรม สุขมณี, 2560)

ขนาดของวาล์ว (mm)	**ชนิดของวาล์ว**	
	Single seat	**Double seat**
80	75	110
100	124	195
125	200	350
150	270	450
200	480	750

6. ตรวจสอบความเร็วของไอน้ำภายในวาล์วเพื่อไม่ให้เกิดการกัดกร่อน (Erosion) โดยความเร็วของไอน้ำที่ขาออก (v_2) ของวาล์วจะต้องน้อยกว่าร้อยละ 25 ของความเร็วเสียงในแก๊ส (v_s)

$$v_2 \leq 0.25v_s \quad (2\text{-}12)$$

เมื่อ v_s = ความเร็วเสียงในแก๊สมีค่าประมาณ 336 m/s

ความเร็วของไอน้ำที่ขาออกของวาล์วสามารถหาได้จากสมการที่ 2-13

$$v_2 = \frac{353.7W_{des}}{\rho_s D^2}\times\left(\frac{P_I}{P_I - \Delta P_{des}}\right) \quad (2\text{-}13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Sinnott, R. and Towler, G., 2019)

พลังงานของระบบจะต้องคงที่และไม่มีการสูญหายแต่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานได้ ในกรณีที่ภายในระบบไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ที่สภาวะคงตัว ไม่มีงานในระบบ และไม่มีการสูญเสียความร้อน สามารถหาพลังงานที่ออกจากระบบได้จากสมการที่ 2-14

$$\sum\left(m_{out}\cdot H_{out}\right)=\sum\left(m_{in}\cdot H_{in}\right) \quad (2\text{-}14)$$

เมื่อ m_{out} = มวลของสารขาออกจากระบบ (kg)

m_{in} = มวลของสารขาเข้าสู่ระบบ (kg)

H_{out} = เอนทาลปีของสารขาออกจากระบบ (kJ/kg)

H_{in} = เอนทาลปีของสารขาเข้าสู่ระบบ (kJ/kg)

เอนทาลปีเป็นค่าพลังงานของสารซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสาร คำนวณได้จากสมการที่ 2-15

$$H=C_P\times\left(T-T_{ref}\right) \quad (2\text{-}15)$$

เมื่อ C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของสาร (kJ/kg)

T = อุณหภูมิของสาร (°C)

T_{ref} = อุณหภูมิอ้างอิง (°C)

2.5.1 ปริมาณความร้อนของไอน้ำ

ไอน้ำถูกใช้ในการให้อุณหภูมิแก่กระบวนการผลิต โดยไอน้ำจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและควบแน่นออกมาเป็นของเหลว โดยความร้อนที่ได้จากการใช้ไอน้ำจะเป็นความร้อนแฝงจากการกลายเป็นไอ (Heat of vaporization) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-16)

$$q=m\times\Delta H_{vap} \quad (2\text{-}16)$$

เมื่อ q = ปริมาณความร้อนที่กระบวนการผลิตได้รับจากไอน้ำ (kJ)

m = ปริมาณไอน้ำ (kg)

ΔH_{vap} = ความร้อนแฝงจากการกลายเป็นไอ (kJ/kg)

โดยความร้อนแฝงจากการกลายเป็นไอสามารถหาได้จากตารางไอน้ำ ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P (bar)	t (°C)	ρ_l	ρ_g	h_l	h_g	r	s_l	s_g
0.0061173	0.010	999.78	0.004855	0.00	2500.5	2500.5	0	9.1541
0.010	6.970	999.89	0.007740	29.27	2513.3	2484.1	0.10581	8.9737
0.025	21.080	997.96	0.018433	88.36	2539.1	2450.8	0.31160	8.6411
0.050	32.881	994.70	0.035472	137.67	2560.5	2422.9	0.47594	8.3930
0.075	40.299	992.05	0.051982	168.74	2573.9	2405.1	0.57625	8.2494
0.100	45.817	989.82	0.06815	191.83	2583.8	2391.9	0.64926	8.1482
0.15	53.983	986.14	0.09977	225.95	2598.2	2372.3	0.75486	8.0066
0.20	60.073	983.13	0.13072	251.46	2608.9	2357.5	0.83211	7.9068
0.25	64.980	980.54	0.16117	271.99	2617.4	2345.5	0.89326	7.8298
0.50	81.339	970.96	0.30856	340.54	2645.3	2304.8	1.09117	7.5928
0.75	91.783	964.13	0.45095	384.43	2662.5	2278.1	1.21309	7.4557
1.0	99.632	958.66	0.5902	417.51	2675.1	2257.6	1.30273	7.3589
1.5	111.378	949.94	0.8624	467.18	2693.4	2226.2	1.43376	7.2232
2.0	120.241	942.96	1.1289	504.80	2706.5	2201.7	1.53035	7.1272
2.5	127.443	937.04	1.3912	535.49	2716.8	2181.4	1.60753	7.0528
3.0	133.555	931.84	1.6505	561.61	2725.3	2163.7	1.67211	6.9921
3.5	138.891	927.17	1.9074	584.48	2732.4	2147.9	1.72785	6.9407
4.0	143.643	922.91	2.1624	604.90	2738.5	2133.6	1.77700	6.8961
5.0	151.866	915.31	2.6677	640.38	2748.6	2108.2	1.86104	6.8214
6.0	158.863	908.61	3.1683	670.71	2756.7	2086.0	1.93155	6.7601
7.0	164.983	902.58	3.6655	697.35	2763.3	2066.0	1.99254	6.7079
8.0	170.444	897.05	4.1603	721.23	2768.9	2047.7	2.04644	6.6625
9.0	175.388	891.94	4.6531	742.93	2773.6	2030.7	2.09484	6.6222
10.0	179.916	887.15	5.144	762.88	2777.7	2014.8	2.13885	6.5859
12.5	189.848	876.32	6.369	806.92	2785.7	1978.8	2.23439	6.5083
15.0	198.327	866.69	7.592	844.86	2791.5	1946.6	2.31496	6.4438

รูปที่ 2.22 ตารางไอน้ำ

(Silowash, B., 2010)

2.6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า. 2556)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์อื่นๆ โดยมีจำนวนเงินเป็นตัวเปรียบเทียบ นิยมใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อการดำเนินการในอนาคต ผลที่ได้รับจากการดำเนินโครงการควรจะมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนจึงจะทำให้โครงการนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุน

2.6.1 การประมาณราคา (Peters, M. S., Timmerhaus, K. D. and West, R. E., 2003)

ราคาค่าติดตั้งและการวางระบบควบคุมรวมถึงค่าอื่นๆ สามารถคำนวณจากแฟกเตอร์ราคาค่าใช้จ่าย ตามตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แฟกเตอร์ราคาค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับราคาอุปกรณ์ที่ซื้อ (Peters, M. S., Timmerhaus, K. D. and West, R. E., 2003)

ราคาของค่าใช้จ่าย	แฟกเตอร์ราคาค่าใช้จ่าย
ค่าอุปกรณ์	1
ค่าติดตั้งอุปกรณ์	0.47
ค่าระบบควบคุม	0.36
ค่าระบบท่อ	0.68
ค่าระบบไฟฟ้า	0.11
ค่าอาคาร	0.18

2.6.2 กระแสเงินสดสุทธิ

เป็นการรวมรายรับและรายจ่ายในแต่ละปี ซึ่งโดยปกติการลงทุนจะเริ่มต้นด้วยรายจ่ายก้อนแรก และรายจ่ายเป็นระยะตามงวดเวลา โดยในขณะเดียวกันจะมีรายรับด้วยเช่นกัน

2.6.3 มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (Net present value, NPV)

เป็นการประเมินว่าการลงทุนสามารถสร้างผลกำไรได้หรือไม่ โดยการลดทอนเงินสดสุทธิในแต่ละปีให้กลับมาเป็นมูลค่า ณ ปัจจุบัน เพื่อทำการบวกลบสุทธิออกมาเป็นค่า NPV โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-17

$$NPV = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \ldots + \frac{CF_n}{(1+i)^n} \qquad (2\text{-}17)$$

เมื่อ CF = กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี

i = อัตราดอกเบี้ย

n = ปีที่ทำการลงทุน

2.6.4 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate return, IRR)

เป็นการสุ่มอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ คือการทำให้เงินสดสุทธิในอนาคตลดทอนมูลค่ากลับมาในปัจจุบันแล้วมีค่าเท่ากับเงินลงทุนก้อนแรก โดยสามารถคำนวณจากสมการที่ 2-18

$$0 = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \ldots + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} \qquad (2\text{-}18)$$

เมื่อ CF = กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี

n = ปีที่ทำการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ระยะเวลาคืนทุน (Payback period)

เป็นหนึ่งในวิธีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ประมาณระยะเวลาคืนทุน เป็นการประเมินเบื้องต้นว่าการลงทุนนี้จะต้องใช้ระยะเวลาเท่าไร จึงจะสามารถทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิที่ติดลบจากการลงทุนมีค่าเท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

โครงการนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในลดการใช้พลังงานในโรงกลั่น โดยการหยุดกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 และส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปบำบัดที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

3.1 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย

3.1.1 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3

3.1.2 ศึกษากระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

3.2 ประเมินความเป็นไปได้ในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

3.2.1 คำนวณความเร็วของน้ำเสียภายในท่อ

คำนวณความเร็วของน้ำเสียในหน่วยหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 เมื่อรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดด้วย ด้วยสมการที่ 2-2 โดยความเร็วของน้ำเสียภายในระบบท่อของโรงกลั่นบางจากถูกควบคุมให้มีค่าไม่เกิน 2 m/s

3.2.2 เปรียบเทียบอัตราการระบายของวาล์วนิรภัยที่สามารถรับได้

นำอัตราการระบายสูงสุดของวาล์วนิรภัย (Rated capacity) มาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับอัตราการระบายที่ต้องการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน (Capacity) จะได้เปอร์เซ็นต์อัตราการระบายของวาล์วนิรภัยที่ยังรับได้ (Available capacity) โดย Available capacity ของวาล์วนิรภัยจะต้องมากกว่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำเสียที่รับมาเกินค่าที่ออกแบบ

3.3 คำนวณความดันขาออกจากระบบท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

3.3.1 คำนวณความดันลดภายในระบบท่อ

คำนวณความดันลดจากแรงเสียดทานภายในท่อและความดันลดจากวาล์วและข้อต่อที่ติดตั้งในระบบท่อด้วยสมการที่ 2-3 และ 2-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คำนวณความดันขาออกจากระบบท่อ

ความดันขาออกจากระบบท่อจะต้องมีค่าสูงกว่าความดันของอากาศในถังรับน้ำเสียจึงจะทำให้น้ำเสียสามารถไหลไปยังถังรับน้ำเสียได้ หากความดันของน้ำเสียขาออกจากระบบท่อน้อยกว่าความดันที่ถังรับน้ำเสียจะต้องมีการติดตั้งปั๊ม โดยคำนวณความดันขาออกจากระบบท่อ ด้วยสมการที่ 2-1

3.4 ทำแบบจำลองกระบวนการผลิตเพื่อประมาณปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดเพิ่ม

3.4.1 รวบรวมข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต

รวบรวมข้อมูลจาก PFD เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน และองค์ประกอบของน้ำเสีย และน้ำที่เข้าสู่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 และหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

3.4.2 เลือก Property method ที่ใช้ในการแบบจำลองกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

พิจารณา Property method ในการทำแบบจำลองเป็น NRTL-HOC และ APISOUR เนื่องจากสามารถใช้ในระบบน้ำเสีย ที่เหมาะสมกับระบบที่จะทำแบบจำลองกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรม Aspen Plus V10 โดยทำการเลือก Property method ที่ได้ผลใกล้เคียงกับ PFD มากที่สุด

3.4.3 ทำแบบจำลองกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

ปรับอัตราการไหลของน้ำเสียและน้ำที่เข้าสู่หอบำบัดให้เท่ากับภาวะปฏิบัติการในปัจจุบัน และกำหนดสัดส่วนโดยโมลของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำที่ผ่านการบำบัดจากสตริปเปอร์ (Stripper) หอที่ 1 และสัดส่วนโดยโมลของแอมโมเนียในน้ำที่ออกจากชั้นที่ 15 จากสตริปเปอร์หอที่ 2 ตาม PFD

3.4.4 คำนวณปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

คำนวณปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นจากภาระความร้อนที่สูงขึ้นจากการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด ด้วยสมการที่ 2-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ประเมินเปอร์เซ็นต์เปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

3.5.1 คำนวณเปอร์เซ็นต์เปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

นำข้อมูลของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเปิดของวาล์วและอัตราการไหลของไอน้ำ และนำอัตราการไหลของไอน้ำที่หาได้จากการแบบจำลองกระบวนการผลิตมาหาเปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วจากกราฟ โดยเปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วจะต้องอยู่ในช่วง 20-80%

3.5.2 เลือกขนาดของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

กรณีที่วาล์วควบคุมเปิดนอกช่วง 20-80% จะต้องเปลี่ยนขนาดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

3.6 คำนวณอุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด

คำนวณหาอุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด ด้วยสมการที่ 2-14 เนื่องจากเมื่อหยุดกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 ส่งผลให้ต้องส่งน้ำที่ผ่านการบำบัดจากหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ไปเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิของถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัดจะต้องไม่เกิน 105°C ซึ่งเป็นค่าควบคุมของบริษัท

3.7 ประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

3.7.1 คำนวณผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายของโครงการ

การบำบัดน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ทำให้ต้องใช้ไอน้ำเพิ่มขึ้นในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 และจะต้องเปลี่ยนวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ แต่จะประหยัดไอน้ำและไฟฟ้าที่ใช้ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3

3.7.2 คำนวณระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

นำมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ มาคำนวณระยะเวลาที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

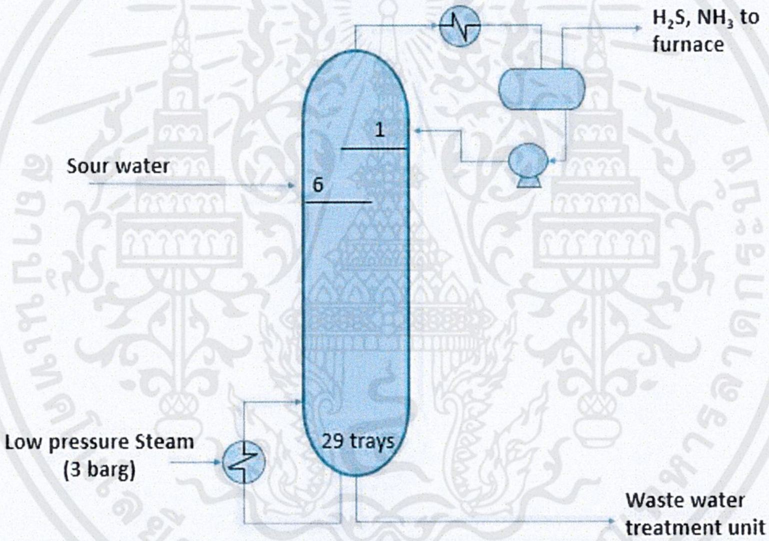
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสีย

4.1.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3

หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 มีสตริปเปอร์ 1 หอ ใช้ในการกำจัด H_2S และ NH_3 ออกจากน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 โดยใช้ไอน้ำความดัน 3 barg ในการให้ความร้อนแก่สตริปเปอร์ โดย H_2S และ NH_3 จะถูกกำจัดออกทางด้านบนของสตริปเปอร์เข้าสู่เครื่องควบแน่น เพื่อแยกน้ำที่ติดออกไปกับ H_2S และ NH_3 ทางด้านบนของสตริปเปอร์ น้ำจะถูกควบแน่นและส่งกลับมายังสตริปเปอร์อีกครั้ง ส่วน H_2S และ NH_3 จะถูกส่งไปเผาที่เตาเผา ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สตริปเปอร์ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของสตริปเปอร์ในโรงกลั่นที่ 3

	สตริปเปอร์ในโรงกลั่นที่ 3
จำนวนชั้น	29
ความดัน (barg)	1
อุณหภูมิด้านล่างของสตริปเปอร์ (°C)	127
ชั้นที่รับน้ำเสีย	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

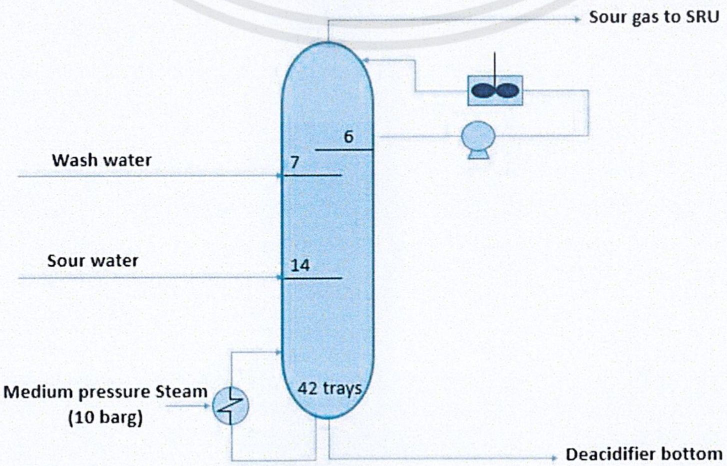
4.1.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 มีสตริปเปอร์ 2 หอ โดยสตริปเปอร์หอที่ 1 ใช้ในการกำจัด H_2S ออกจากน้ำเสีย และ สตริปเปอร์หอที่ 2 ใช้ในการกำจัด NH_3 ออกจากน้ำเสีย โดยมีข้อมูลของสตริปเปอร์ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลของสตริปเปอร์ในโรงกลั่นที่ 4

	สตริปเปอร์หอที่ 1	**สตริปเปอร์หอที่ 2**
จำนวนชั้น	42	44
ความดัน (barg)	7	1
อุณหภูมิด้านบนของสตริปเปอร์ (°C)	95	105
อุณหภูมิด้านล่างของสตริปเปอร์ (°C)	167	125
อุณหภูมิของน้ำจาก side reflux (°C)	90	60
ชั้นที่ดึงน้ำออก side reflux	6	15
ชั้นที่รับน้ำจาก side reflux	1	9
ชั้นที่รับน้ำเสีย	14	22
ชั้นที่รับน้ำ	7	1

สตริปเปอร์หอที่ 1 ใช้ในการกำจัด H_2S โดยใช้ไอน้ำความดัน 10 barg ในการให้ความร้อนแก่สตริปเปอร์ H_2S จะถูกกำจัดออกทางด้านบนของสตริปเปอร์ และถูกส่งไปยังหน่วยผลิตกำมะถัน น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดที่สตริปเปอร์หอที่ 1 จะออกทางด้านล่างของสตริปเปอร์ และถูกส่งไปบำบัดต่อในสตริปเปอร์หอที่ 2 ดังรูปที่ 4.2

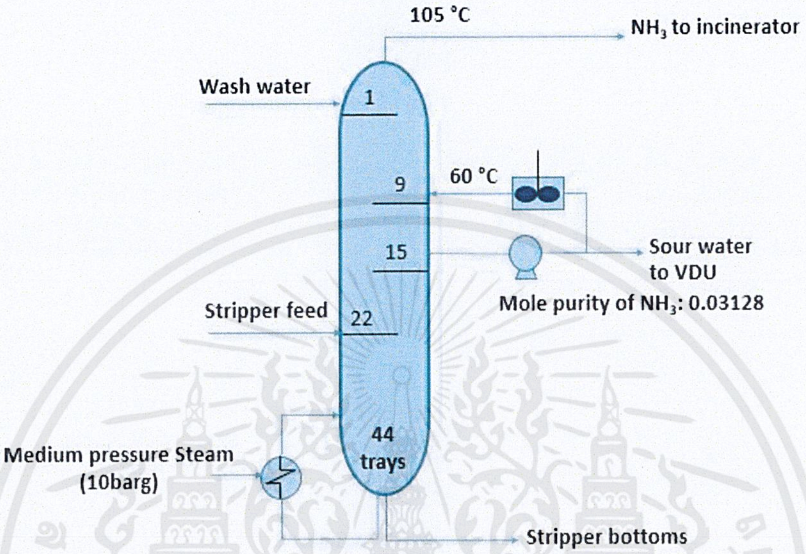


รูปที่ 4.2 สตริปเปอร์หอที่ 1 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สตริปเปอร์หอที่ 2 ใช้ในการกำจัด NH_3 โดยใช้ไอน้ำความดัน 10 barg ในการให้ความร้อนแก่สตริปเปอร์ NH_3 จะถูกกำจัดออกทางด้านบนของสตริปเปอร์ และถูกส่งไปเผาที่เตาเผา น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะออกทางด้านล่างของสตริปเปอร์ โดยส่วนหนึ่งถูกส่งไปที่ถังเก็บน้ำเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอีกครั้ง และส่วนที่เหลือจะถูกส่งไปยังหน่วยบำบัดน้ำทิ้ง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 สตริปเปอร์หอที่ 2 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

4.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้นในการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

4.2.1 ผลการคำนวณความเร็วของน้ำเสียภายในท่อ

จากการคำนวณความเร็วของน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 เมื่อรับน้ำเสียเพิ่มจากโรงกลั่นที่ 3 พบว่าความเร็วสูงสุดของน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 1.46 m/s ซึ่งอยู่ในช่วงกำหนดของบริษัทคือไม่เกิน 2.0 m/s

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบอัตราการระบายของวาล์วนิรภัยที่สามารถรับได้

เมื่อหยุดหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 ทำให้หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ของโรงกลั่นที่ 4 รับน้ำเสีย 43 m^3/h ซึ่งมากกว่าค่าที่ออกแบบไว้ที่ 41 m^3/h คิดเป็น 4.9% ที่เกินมาจากค่าที่ออกแบบไว้ จึงทำการประเมินวาล์วนิรภัยโดยนำอัตราการระบายสูงสุดของวาล์วนิรภัยมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับอัตราการระบายที่ต้องการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน พบว่าวาล์วนิรภัยเพียงพอต่อการระบาย ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

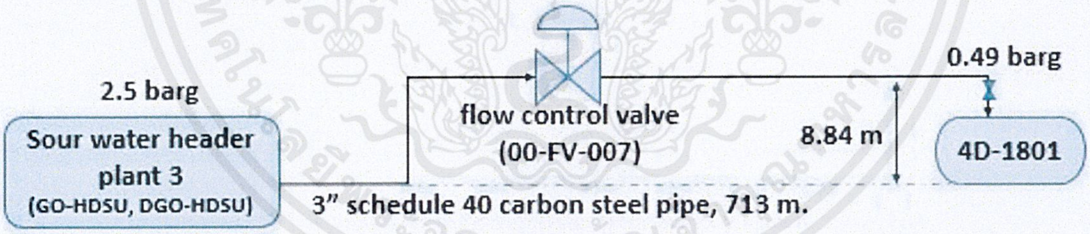
ตารางที่ 4.3 Available capacity ของวาล์วนิรภัย

หมายเลข วาล์วนิรภัย	**Capacity (kg/h)**	**Rated capacity (kg/h)**	**Available capacity (%)**	**ผลการเปรียบเทียบ**
1	14,151	16,894	19.4	ผ่าน
2	12,792	14,681	14.8	ผ่าน
3	1,121	1,636	46.0	ผ่าน
4	970	1,045	7.7	ผ่าน
5	1,293	2,046	58.3	ผ่าน
6	10,335	11,054	7.0	ผ่าน
7	153	205	34.5	ผ่าน

4.3 ความดันขาออกจากระบบท่อที่ส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

4.3.1 ผลคำนวณความดันลดภายในระบบท่อ

ท่อส่งน้ำเสียทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนขนาด 3 นิ้ว (Schedule 40) และมีความยาวของระบบท่อ 713 m โดยถังรับน้ำเสียของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 อยู่สูงกว่าต้นทางของท่อส่งน้ำเสีย 8.84 m ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนผังท่อน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

จากการคำนวณความดันลดในระบบท่อได้ผลดังนี้

- ความดันลดจากแรงเสียดทานภายในระบบท่อ

จากการคำนวณความดันลดจากแรงเสียดทานภายในระบบท่อจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังถังรับน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 พบว่ามีความดันลดจากแรงเสียดทานภายในระบบท่อ 0.41 bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความดันลดจากความต้านทานของวาล์วและข้อต่อ

จากการคำนวณความดันลดจากความต้านทานของวาล์วและข้อต่อในระบบท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังถังรับน้ำเสียในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 พบว่ามีความดันลดจากความต้านทานของวาล์วและข้อต่อที่ติดตั้งในระบบท่อเท่ากับ 0.15 bar และมีความดันตกคร่อมวาล์วควบคุมอัตราการไหล 0.1 bar ได้ความสูญเสียรองมีค่าเท่ากับ 0.25 bar

- ความดันลดรวม

ความดันลดรวมสามารถหาค่าได้จากผลรวมของความสูญเสียหลักและความสูญเสียรองในระบบท่อ ความดันลดภายในระบบท่อมีค่าเท่ากับ 0.66 bar

4.3.2 ผลการคำนวณหาความดันขาออกจากระบบท่อ

จากสมการที่ 2.1 พบว่าความดันขาออกจากระบบท่อ มีค่าเท่ากับ 0.98 barg ซึ่งสูงกว่าความดันอากาศของถังรับน้ำเสีย (4D-1801) ซึ่งมีความดัน 0.49 barg ดังนั้นน้ำเสียสามารถส่งจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊ม

4.4 ปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 เมื่อรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดเพิ่ม

4.4.1 ข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตจาก PFD

ข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตมีดังนี้

1. น้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 และ 4

น้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มีอุณหภูมิ 85°C ความดัน 2.5 barg น้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 4 มีอุณหภูมิ 140°C ความดัน 10.5 barg และมีองค์ประกอบของน้ำเสียดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบของน้ำเสียที่เข้าหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 และ 4

องค์ประกอบในน้ำเสีย	โรงกลั่นที่ 3	โรงกลั่นที่ 4
น้ำ (mol%)	99.948	97.898
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mol%)	0.032	0.755
แอมโมเนีย (mol%)	0.020	1.346
อีเทน (mol%)	0.000	0.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำที่ป้อนเข้าสู่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

น้ำที่ป้อนเข้าสู่สตริปเปอร์หอที่ 1 มีอุณหภูมิ 60°C ความดัน 7.1 barg และน้ำที่ป้อนเข้าสู่สตริปเปอร์หอที่ 2 มีอุณหภูมิ 60°C ความดัน 3.6 barg

4.4.2 ผลการเลือก Property method ที่ใช้ในการแบบจำลองกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

จากแบบจำลองกระบวนการผลิตพบว่า NRTL-HOC เหมาะสำหรับการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตสำหรับสตริปเปอร์หอที่ 1 และ APISOUR เหมาะสำหรับการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตสำหรับสตริปเปอร์หอที่ 2

4.4.3 ผลการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

จากการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตของสตริปเปอร์หอที่ 1 กำหนดเปอร์เซ็นต์โดยโมลของ H_2S ในน้ำที่ผ่านการบำบัดจากสตริปเปอร์หอที่ 1 เท่ากับ 0.067% และกำหนดเปอร์เซ็นต์โดยโมลของ NH_3 ในน้ำชั้นที่15 ในสตริปเปอร์หอที่ 2 เท่ากับ 3.128% ได้ผล ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการจำลองกระบวนการผลิตก่อนและหลังรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด

	สตริปเปอร์หอที่ 1		**สตริปเปอร์หอที่ 2**	
	ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
องค์ประกอบในน้ำที่ผ่านการบำบัด				
- น้ำ (mol%)	98.798	98.798	100	100
- ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mol%)	0.067	0.067	0	0
- แอมโมเนีย (mol%)	1.135	1.135	0	0
- อีเทน (mol%)	0	0	0	0
ภาระความร้อน (MW)	**1.78**	**2.17**	**7.63**	**7.84**

4.4.4 ปริมาณไอน้ำที่เพิ่มขึ้นในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 จากการรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด

ผลจากการแบบจำลองกระบวนการผลิตพบว่า จะต้องใช้ความร้อนในสตริปเปอร์หอที่ 1 เพิ่มขึ้น 0.39 MW และในสตริปเปอร์หอที่ 2 เพิ่มขึ้น 0.21 MW คิดเป็นปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มในสตริปเปอร์หอที่ 1 และ หอที่ 2 อีก 698 kg/h และ 376 kg/h ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการประเมินเปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

4.5.1 เปอร์เซ็นต์การเปิดของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำ

การประเมินเปอร์เซ็นต์การเปิดของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำก่อนและหลังรับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัด

	สตริปเปอร์หอที่ 1		**สตริปเปอร์หอที่ 2**	
	ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
อัตราการไหลของไอน้ำ (kg/h)	5,088	5,786	16,295	16,671
เปอร์เซ็นต์การเปิดวาล์ว	77.77	84.10	71.60	78.82

จากตารางที่ 4.6 พบว่าเมื่อหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 รับน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 มาบำบัดด้วยทำให้ วาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำที่สตริปเปอร์หอที่ 1 สูงกว่า 80% จึงต้องเปลี่ยนวาล์วให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

4.5.2 ขนาดวาล์วที่เหมาะสมในการควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำที่สตริปเปอร์หอที่ 1

วาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำในปัจจุบันเป็นโกลบวาล์วชนิด Single seat จึงทำการเลือกขนาดของวาล์วควบคุมชนิดเดิมใหม่ จากการคำนวณพบว่าวาล์วต้องเปลี่ยนเป็นขนาด 6 นิ้ว

4.6 อุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด

จากการคำนวณพบว่าอุณหภูมิของถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัดเพิ่มขึ้นจาก 60°C เป็น 80°C เมื่อหยุดกระบวนการผลิตของหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 ซึ่งผ่านตามที่บริษัทกำหนดอุณหภูมิของถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัดต้องไม่เกิน 105°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ผลการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

4.7.1 ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายของโครงการ

การบำบัดน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ที่หน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ทำให้โรงกลั่นที่ 4 จะต้องใช้ไอน้ำเพิ่มขึ้น 1,080 kg/h คิดเป็นค่าใช้จ่าย 6.78 ล้านบาทต่อปี และต้องเปลี่ยนขนาดของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำคิดเป็นค่าใช้จ่าย 168,000 บาท แต่จะสามารถประหยัดไอน้ำในโรงกลั่นที่ 3 ได้ 1,300 kg/h คิดเป็นมูลค่า 7.52 ล้านบาทต่อปี และสามารถประหยัดไฟฟ้าจากปั๊มได้ 270 หน่วยต่อวัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 270,000 บาทต่อปี

4.7.2 ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ

จากมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิพบว่าโครงการนี้มีระยะเวลาคืนทุน 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานในโรงกลั่นที่ 3 โดยการหยุดหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 พบว่าน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 สามารถส่งไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ผ่านระบบท่อเดิมที่เคยมีการติดตั้งอยู่แล้วได้โดยไม่ต้องติดตั้งปั๊มเพิ่ม การหยุดหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 3 ได้ 7.8 ล้านบาทต่อปี แต่จะเสียค่าไอน้ำเพิ่มขึ้นในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 6.8 ล้านบาทต่อปี คิดเป็นผลกำไรประมาณ 1 ล้านบาทต่อปี โดยจะต้องมีการเปลี่ยนขนาดของวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำที่หอบำบัดที่ 1 เป็นขนาด 6 นิ้ว ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่าย 169,000 บาท (รวมค่าติดตั้งและระบบควบคุมแล้ว) โครงการนี้มีระยะเวลาคืนทุน 3 เดือน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การประมาณปริมาณไอน้ำได้จากการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต โดยใช้องค์ประกอบของน้ำเสียตาม PFD จึงควรมีการตรวจวัดองค์ประกอบของน้ำเสียในปัจจุบันเพื่อการประมาณที่แม่นยำมากขึ้น

2. โครงการนี้ไม่ได้คำนวณค่าใช้จ่ายของปั๊มในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 เพื่อความแม่นยำในการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์จึงควรนำค่าใช้จ่ายของปั๊มมาคำนวณด้วย

3. โครงการนี้ไม่ได้เปลี่ยนขนาดวาล์วควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำที่สตริปเปอร์หอที่ 2 เนื่องจากจะต้องเปิด 79% แต่อย่างไรก็ตามควรเปลี่ยนขนาดของวาล์วด้วยเพื่อรับรองอัตราการไหลของไอน้ำที่อาจจะต้องใช้เพิ่มขึ้นเมื่อประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่หม้อต้มน้ำลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เดชา ฉัตรศิริเวช. 2552. **กระบวนการดูดซับ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน). 2562. **กระบวนการผลิต.**

วันชัย ริจิรวนิช และ ชอุ่ม พลอยมีค่า. 2556. **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุธรรม สุขมณี. 2560. **การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี**. วิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

AutomationForum.Co. 2018. **Difference Between Single Seated & Double Seated Control Valves**. [Online]. Available : https://automationforum.co/difference-single-seated-double-seated-control-valves/

Aspen Technology. 2016. **Aspen Physical Property System.**

Bahadori, A. 2014**. Natural Gas Processing.** Amsterdam: Gulf Professional Publishing

Barker, G. 2017. **The Engineer's Guide to Plant Layout and Piping Design for the Oil and Gas Industries**. The United States of America: Gulf Professional Publishing.

Bhatia, A. 2014. **Control Valve Basics Sizing and Selection**. New York, The United States of America: Createspace Independent Publishing Platform.

Guo, B., Lyons, W. C. and Ghalambor, A. 2017. **Petroleum Production Engineering**. The United States of America: Gulf Professional Publishing.

Hibbard, R. R. and Schalla, R.L. 1952. **Solubility of Water in Hydrocarbons.** Washington

Machinery Lubrication. 2001. **Removing Water Contamination from Oil.** [Online]. Available: https://www.machinerylubrication.com/Read/177/removing-water-oil-contamination

Machinery Lubrication. 2001a. **Water in Oil Contamination.** [Online]. Available: https://www.machinerylubrication.com/Read/192/water-contaminant-oil

Peters, M. S., Timmerhaus, K. D. and West, R. E. 2003. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**, 5th ed. New York: McGraw-Hill Publishing Company

Seader, J. D., Henley E. J. and Roper D. K. 2011. **Separation Process Principles,** 3rd ed. The United States of America: Wiley.

Silowash, B. 2010. **Piping Systems Manual**. New York: McGraw-Hill Publishing Company

Sinnott, R. and Towler, G. 2019. **Chemical Engineering Design**, 6th ed. London: Butterworth-Heinemann.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith, P. and Zappe, R. W. 2003. **Valve Selection Handbook**, 5th ed. United States of America:Gulf Professional Publishing

Suhani, N. B. 2017. **Kitchen Wastewater Treatment by Adsorption Process Using Banana Trunk Fibers and Chitosan**. Faculty of Civil and Environment Engineering Tun Hussein Onn Malaysia University

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลดิบ

ภาคผนวก ก. แสดงข้อมูลดิบที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลของน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3

ตัวแปร	
อุณหภูมิ (°C)	40
ความหนาแน่น (kg/m^3)	992.25
ความหนืดจำเพาะของน้ำเสีย (kg/m□s)	6.53x10^{-4}
อัตราการไหลของน้ำเสีย (m^3/h)	11

ตารางที่ ก.2 รายละเอียดระบบท่อส่งน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังโรงกลั่นที่ 4

ตัวแปร	
ความยาวของระบบท่อ (m)	713
ความสูงของทางเข้าสู่ระบบท่อ (m)	1.8
ความสูงของทางออกจากระบบท่อ (m)	10.64
ความดันของน้ำเสียที่ขาเข้าระบบท่อ (barg)	2.5
ความดันของถังรับน้ำเสีย (barg)	0.5
ขนาดของท่อ (นิ้ว)	3
ความขรุขระสัมพัทธ์ของท่อ	6.4x10^{-4}

ตารางที่ ก.3 ชนิด จำนวน และสัมประสิทธิ์การสูญเสียของวาล์วและข้อต่อในระบบท่อส่งน้ำเสีย จากโรงกลั่นที่ 3 ไปยังหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 4

ชนิดของวาล์วและข้อต่อ	จำนวน	สัมประสิทธิ์การสูญเสีย
Gate valve	7	0.14
Check valve	3	1.8
45° bend	2	0.27
90° bend	53	1.08
Tee- run through	5	0.36
Tee- branching flow	5	1.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 อุณหภูมิของน้ำที่ถูกส่งไปถังเก็บน้ำ

	อุณหภูมิ (°C)
น้ำที่ผ่านการบำบัดจากโรงกลั่นที่ 3	39.31
น้ำที่ผ่านการบำบัดจากโรงกลั่นที่ 4	95.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการคำนวณความเร็วและความดันของน้ำเสียขาออกจากระบบท่อ

1. ข้อมูลการคำนวณ

อุณหภูมิของน้ำเสีย	=	30	°C
ความหนาแน่นของน้ำเสีย	=	992.25	kg/m^3
ความหนืดจำเพาะของน้ำเสีย	=	$6.53x10^{-4}$	
kg/m□s			
ความสูงของพื้นถึงตำแหน่งของท่อรวมน้ำเสียจากโรงกลั่นที่ 3	=	1.8	m
ความสูงของพื้นถึงตำแหน่งของถังรับน้ำเสีย	=	10.64	m
ความยาวของระบบท่อจากท่อรวมน้ำเสียถึงถังรับน้ำเสีย	=	713	m
ความขรุขระของผิวภายในท่อ	=	$5x10^{-5}$	m
ขนาดของท่อในระบบท่อ	=	3	in
เส้นผ่านศูนย์กลางของระบบท่อ	=	$7.8x10^{-2}$	m
ความดันขาเข้าระบบท่อส่งน้ำเสีย	=	2.5	barg
ความดันอากาศในถังรับน้ำเสีย	=	0.5	barg
ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก	=	9.81	m/s^2
ความดันลดจากวาล์วควบคุม	=	10	kPa

2. คำนวณความเร็วของน้ำเสียภายในระบบท่อ

$$v = \frac{Q}{A}$$

เมื่อ Q = $11\ m^3/h$

A = $4.77 \times 10^{-2}\ m^2$

จะได้ความเร็วของน้ำเสียในระบบท่อ ดังนี้

$$v = \frac{11}{4.77 \times 10^{-2}}\ \text{m/h}$$
$$= 2,307.52\ \text{m/h}$$
$$= 0.64\ \text{m/s}$$

3. คำนวณความดันขาออกจากระบบท่อ

3.1 คำนวณความดันลดภายในระบบท่อ

$$\Delta P = \frac{\rho f l v^2}{2D} + \frac{\rho K v^2}{2}$$

โดยสามารถแบ่งเป็นความสูญเสียหลักและความสูญเสียรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 คำนวณความสูญเสียหลักของระบบท่อ

สามารถหาเลขเรย์โนลด์ (Re) จาก

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

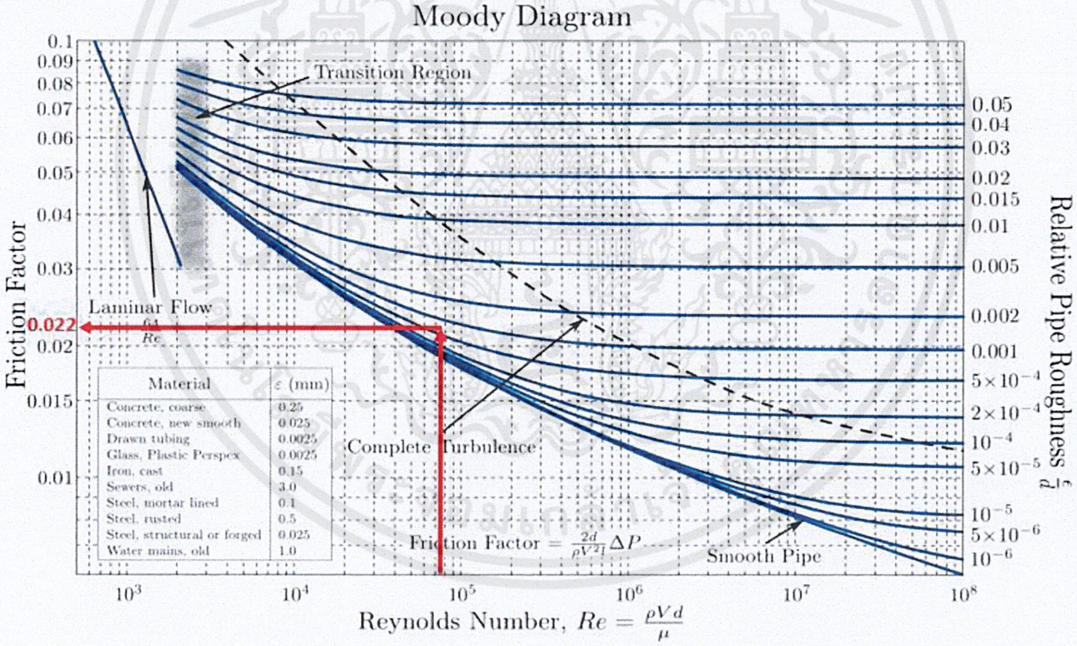
เมื่อ	ρ	=	992.25 kg/m^3
	v	=	0.64 m/s
	D	=	$7.8x10^{-2}$ m
	μ	=	$6.53x10^{-4}$ kg/m□s

จะได้ค่า Re ดังนี้

$$Re = \frac{992.25 \times 0.64 \times 7.8 \times 10^{-2}}{6.53 \times 10^{-4}}$$

$$= 75{,}900$$

สามารถหา f ได้จาก Moody diagram



รูปที่ ข.1 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจาก Moody diagram

จาก Moody diagram ได้ f = 0.022

จะได้ความสูญเสียหลักของระบบท่อ ดังนี้

$$\Delta P_{major} = \frac{\rho f l v^2}{2D}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{992.25 \times 0.022 \times 713 \times 0.64^2}{2 \times 7.8 \times 10^{-2}} = 41,030 \text{ Pa}$$

3.1.2 คำนวณความสูญเสียรองของระบบท่อ

$$\Delta P_{\min or} = \frac{\rho K v^2}{2} + \Delta P_{valve}$$

เมื่อ	ρ	=	992.25 kg/m^3
	ν	=	0.64 m/s
	K	=	71.36
	ΔP_{valve}	=	10,000 Pa

จะได้ความสูญเสียรองดังนี้

$$\Delta P_{\min or} = \frac{992.25 \times 71.36 \times 0.64^2}{2} + 10,000$$
$$= 14,501 + 10,000 \text{ Pa}$$
$$= 24,501 \text{ Pa}$$

จะได้ความดันลดรวม

$$\Delta P = \Delta P_{major} + \Delta P_{\min or}$$
$$= 41,030 + 24,501 \text{ Pa}$$
$$= 65,531 \text{ Pa}$$

คำนวณความดันขาออกจากระบบท่อของน้ำเสีย

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2}\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(z_1 - z_2) - \Delta P$$

เมื่อ	P_1	=	2.5	barg	=	351,300 Pa
	ρ	=	992.25 kg/m^3			
	ν_1	=	0.64	m/s		
	ν_2	=	0.64	m/s		
	g	=	9.81	m/s^2		
	Z_1	=	1.8	m		
	Z_2	=	10.64	m		
	ΔP	=	65,531 Pa			

จะได้ความดันขาออกจากระบบท่อของน้ำเสียดังนี้

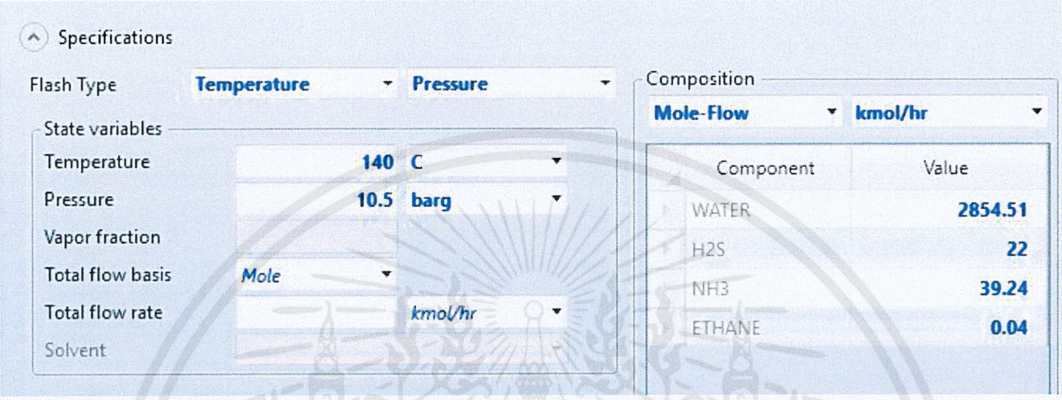
$$P_2 = 351,300 + \left[\frac{1}{2} \times 992.25\left(0.64^2 - 0.64^2\right)\right] + \left[992.25 \times 9.81(1.8 - 10.64)\right] - 65,531$$
$$= 351,300 + 0 - 86,048 - 65,531 \text{ Pa}$$
$$= 199,721 \text{ Pa}$$
$$= 2 \text{ bar} = 0.99 \text{ barg}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
ตัวอย่างการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต

1. บันทึกข้อมูลของน้ำเสีย

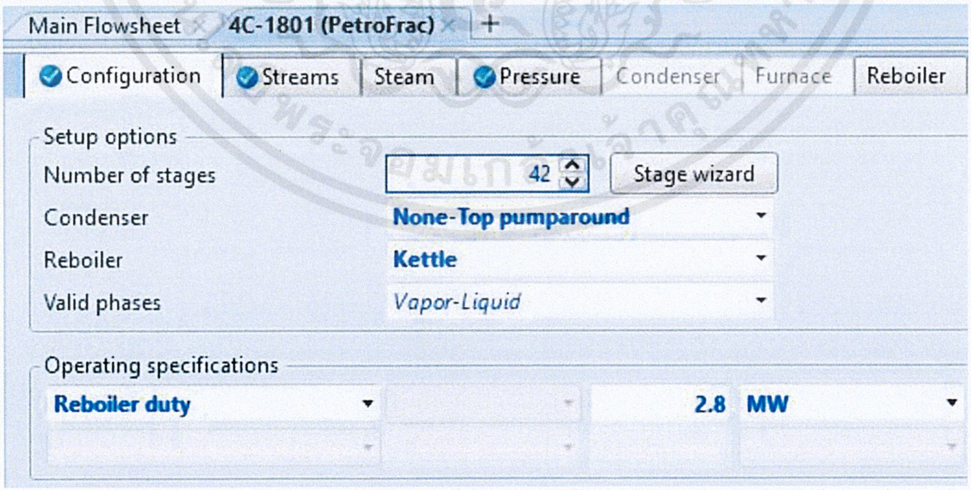
ป้อนองค์ประกอบของน้ำเสีย อุณหภูมิ และความดันตาม PFD ลงในโปรแกรม Aspen Plus V10 ดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 การบันทึกข้อมูลของน้ำเสียในแบบจำลองกระบวนการผลิต

2. สร้างหอกลั่นในการทำแบบจำลองกระบวนการผลิต

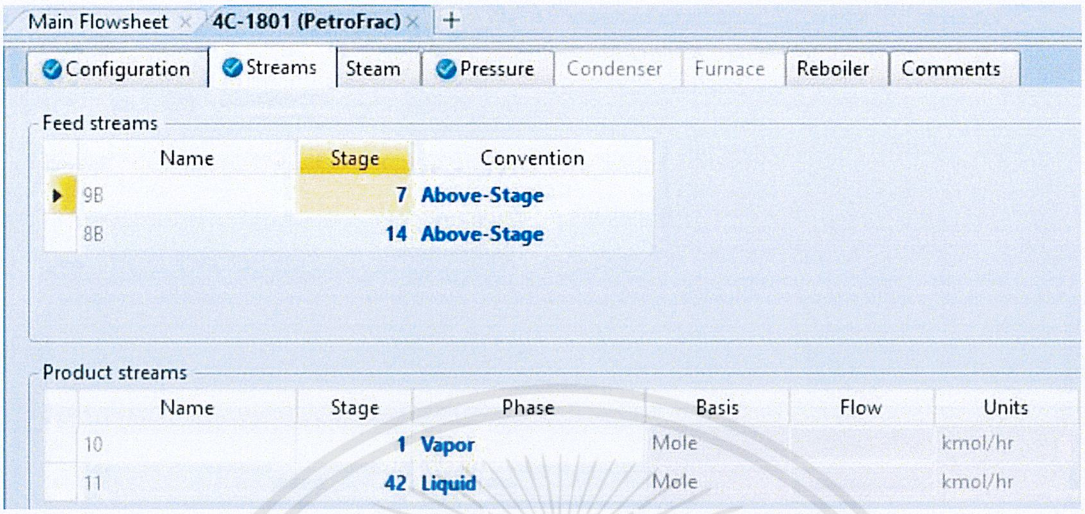
กำหนดโครงแบบของหอบำบัด เช่น จำนวนชั้น ชนิดของเครื่องควบแน่นและหม้อต้ม ดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 การกำหนดโครงแบบของหอบำบัดในแบบจำลองกระบวนการผลิต

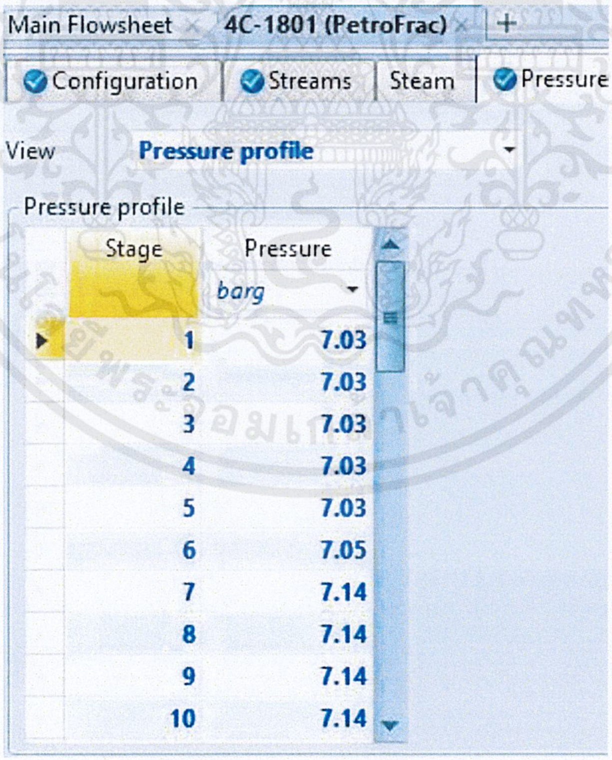
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดชั้นที่สารเข้าและออกจากหอบำบัด โดยกำหนดตาม PFD ดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 การกำหนดชั้นที่สารเข้าและออกจากสตริปเปอร์

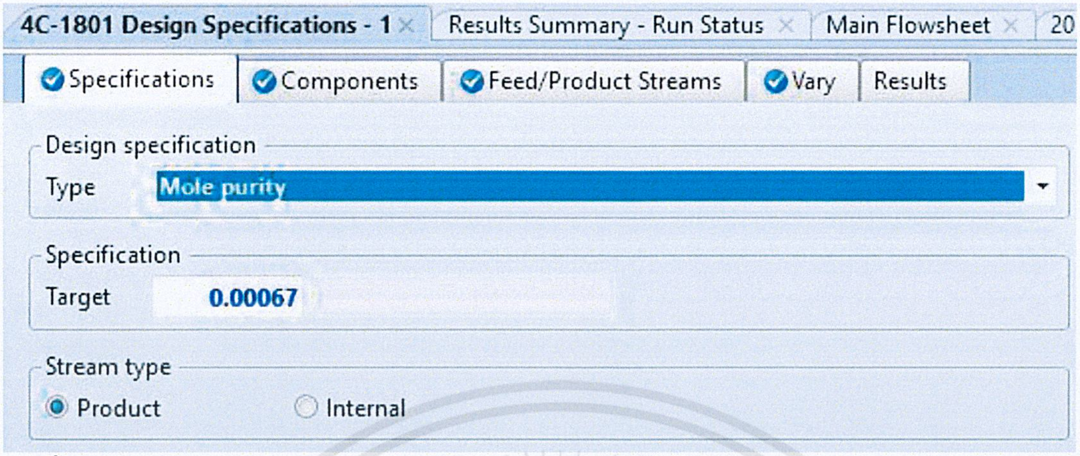
กำหนดความดันของหอบำบัดในแต่ละชั้น โดยกำหนดตามค่าการออกแบบ ดังรูปที่ ค.4



รูปที่ ค.4 การกำหนดความดันของหอบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดความเข้มข้นของไฮโดนเจนซัลไฟด์ของน้ำที่ผ่านการบำบัด ดังรูปที่ ค.5



รูปที่ ค.5 การกำหนดความเข้มข้นของไฮโดนเจนซัลไฟด์ของน้ำที่ผ่านการบำบัดจากสตริปเปอร์หอที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณไอน้ำที่เพิ่มที่สตริปเปอร์หอที่ 1 ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4

จากการทำแบบจำลองกระบวนการผลิตพบว่าสตริปเปอร์หอที่ 1 จะต้องใช้ความร้อนเพิ่มขึ้น 0.39 MW ในหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียของโรงกลั่นที่ 4 ใช้ไอน้ำความดัน 10 barg (11.01 bar) สามารถคำนวณปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้ได้จากสมการ

$$q = m \times \Delta H_{vap}$$

เมื่อ q = 0.39 MW = 390 kJ/s

ΔH_{vap} = 2,000.21 kJ/kg

โดยหา ΔH_{vap} ที่ความดัน 11.01 bar ได้จากตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลจากตารางไอน้ำ

ความดัน (bar)	อุณหภูมิ (°C)	h_l (kJ/kg)	h_g (kJ/kg)	ΔH_{vap} (kJ/kg)
8.0	170.444	721.23	2,768.9	2,047.67
9.0	175.388	742.93	2,773.6	2,030.67
10.0	179.916	762.88	2,777.7	2,014.82
12.5	189.848	806.92	2,785.7	1,978.78
15.0	198.327	844.86	2,791.5	1,946.64

สามารถหาความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอโดยใช้การประมาณค่า

$$\frac{H_{vap} - H_{vap,1}}{H_{vap,2} - H_{vap,1}} = \frac{P - P_1}{P_2 - P_1}$$

จะได้ H_{vap} ที่ความดัน 11.01 bar ดังนี้

$$H_{vap} = \left[\frac{11.01-10}{12.5-10} \times (1,978.78 - 2,014.82)\right] + 2,014.82$$
$$= 2,000.21 \text{ kJ/kg}$$

จะได้ปริมาณไอน้ำที่ต้องใช้เพิ่มขึ้นดังนี้

$$m = \frac{390}{2,000.21}$$
$$= 0.195 \text{ kg/s}$$
$$= 701.93 \text{ kg/h}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างการคำนวณอุณหภูมิของน้ำในถังรับน้ำที่ผ่านการบำบัด

การหยุดหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 3 ทำให้ต้องส่งน้ำที่ผ่านการบำบัดจากหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 4 ไปยังถังรับน้ำเพิ่มขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิของถังรับน้ำสูงขึ้น เนื่องจากน้ำที่ผ่านการบำบัดจากหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 4 มีอุณหภูมิ 95.26°C ซึ่งสูงกว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดจากหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 3 ซึ่งมีอุณหภูมิ 39.31°C

$$\sum\left(m_{out}\cdot H_{out}\right)=\sum\left(m_{in}\cdot H_{in}\right) \qquad (2\text{-}15)$$

$$\dot{m}_{out}c_{p,out}\left(T_{out}-T_{ref}\right) = \dot{m}_1 c_{p,1}\left(T_1-T_{ref}\right) + \dot{m}_2 c_{p,2}\left(T_2-T_{ref}\right)$$

$$\left(\frac{Q_{out}}{\rho_{out}}\right)c_{p,out}\left(T_{out}-T_{ref}\right) = \left(\frac{Q_1}{\rho_1}\right)c_{p,1}\left(T_1-T_{ref}\right) + \left(\frac{Q_2}{\rho_2}\right)c_{p,2}\left(T_2-T_{ref}\right)$$

โดยมีสมมติฐานคือ 1. ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าคงที่

2. ความหนาแน่นของน้ำมีค่าคงที่

สมการจะสามารถลดรูปเหลือ

$$Q_{out}c_{p,out}\left(T_{out}-T_{ref}\right) = \mathrm{Q}_1 c_{p,1}\left(T_1-T_{ref}\right) + \mathrm{Q}_2 c_{p,2}\left(T_2-T_{ref}\right)$$

เมื่อ T_{ref} = 0°C

T_1 = 95.26°C

T_2 = 43.68°C

Q_1 = 22.52 m^3/h

Q_2 = 10.64 m^3/h

Q_{out} = 33.16 m^3/h

จะได้อุณหภูมิของน้ำหลังผ่านการบำบัดหลังหยุดหน่วยกำจัดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำเสียในโรงกลั่นที่ 3 ดังนี้

$$T_{out}=\frac{22.52\times(95.26-0)+10.64\times\left(43.68-0\right)}{33.16}$$

$$=78.71\,°\mathrm{C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

การระบุขนาดของวาล์วควบคุมอัตราการไหล

1. ข้อมูลในการคำนวณ

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลของไอน้ำที่ผ่านวาล์วควบคุมอัตราการไหล

ตัวแปร	
อัตราการไหลเชิงมวลปกติของไอน้ำ (kg/h)	5,800
อัตราการไหลเชิงมวลสูงสุดของไอน้ำ (kg/h)	7,000
อัตราการไหลเชิงมวลต่ำสุดของไอน้ำ (kg/h)	2,500
ความดันขาเข้า (P_I) (kPa)	1,101
ความดันตกคร่อมวาล์ว (ΔP_{des}) (kPa)	100
อุณหภูมิขาเข้า (°C)	305
องศาร้อนยิ่งยวดของไอน้ำ (°C)	120.88
ความหนาแน่นของไอน้ำ (kg/m^3)	5.64

2. คำนวณอัตราการไหลเชิงมวลของไอน้ำในการออกแบบด้วยสมการที่ 2-6

$$W_{des} = \max(1.3W_n, 1.1W_{\max}) \qquad (2\text{-}6)$$

$$= 1.1 \times 7,000$$

$$= 7,700 \text{ kg/h}$$

3. ตรวจสอบภาวะการไหลแบบวิกฤตภายในวาล์ว มุม α จะต้องมีค่าไม่เกิน 90° คำนวณมุม α ด้วยสมการที่ 2-8

$$\alpha = \frac{3,417}{C_I}\sqrt{\frac{\Delta P_{des}}{P_I}} \qquad (2\text{-}8)$$

เมื่อ $C_I = 35$

จะสามารถคำนวณมุม α ได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{3,417}{35}\sqrt{\frac{100}{1,101}}$$

$$= 29.42°$$

4. คำนวณสัมประสิทธิ์ความจุไอน้ำด้วยสมการที่ 2-9

$$C_s = \frac{15.2\left(1+0.00117T_{sh}\right)\times W_{des}}{P_I \sin\left(\alpha\right)} \qquad (2\text{-}9)$$

$$= \frac{15.2(1+0.00117\times 120.88)\times 7,700}{1,101\times \sin(29.42°)} = 247$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คำนวณสัมประสิทธิ์ของวาล์วที่ต้องการด้วยสมการที่ 2-11

$$C_{vc} = \frac{20C_s}{C_I} \tag{2-11}$$

$$= \frac{20 \times 247}{35} = 114.14$$

6. เลือกขนาดของวาล์วจากเงื่อนไขที่ 2-12

$$1.25C_{vc} \le C_v \le 2C_{vc} \tag{2-12}$$

$$176.43 \le C_v \le 282.29$$

ตารางที่ 2.6 สัมประสิทธิ์วาล์ว (C_v) ของโกลบวาล์วขนาดต่างๆ

ขนาดของวาล์ว (mm)	**ชนิดของวาล์ว**	
	Single seat	**Double seat**
50	36	48
65	54	72
80	75	110
100	124	195
125	200	350
150	270	450
200	480	750

จากตารางที่ 2.6 เลือกขนาดของวาล์วเป็น 6 นิ้ว (150 mm)

7. ตรวจสอบความเร็วของไอน้ำภายในวาล์วเพื่อไม่ให้เกิดการกัดเซาะ (Erosion) โดยความเร็วของไอน้ำขาออก (v_2) จะต้องน้อยกว่า 84 m/s (25% ของความเร็วเสียงในแก๊ส) โดยความเร็วของไอน้ำขาออกสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-14

$$v_2 = \frac{353.7W_{des}}{\rho_s D^2} \times \left(\frac{P_I}{P_I - \Delta P_{des}} \right) \tag{2-14}$$

$$= \frac{353.7 \times 7,700}{5.64 \times 150^2} \times \left(\frac{1,101}{1,101 - 100} \right)$$

$$= 23.61 \text{ m/s}$$

จากการคำนวณพบว่าความเร็วของไอน้ำของออกจากวาล์วมีค่าเท่ากับ 23.61 m/s ซึ่งน้อยกว่า 25% ของความเร็วเสียงในแก๊สวาล์วขนาด 6 นิ้ว จึงสามารถใช้ควบคุมอัตราการไหลของไอน้ำภายใต้สภาวะนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

ตัวอย่างการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

1. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

กำหนดอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ 15% และมีกระแสเงินสดสุทธิดังตารางที่ ซ.1

ตารางที่ ซ.1 กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี

ปีที่ดำเนินโครงการ	**กระแสเงินสดสุทธิ (บาท)**
0	--168,000
1	1,023,000
2	1,023,000
3	1,023,000
4	1,023,000
5	1,023,000

2. มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ

$$NPV = -CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n}$$

เมื่อ CF = กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี

i = อัตราคิดลด

n = ปีที่ทำการลงทุน

ตัวอย่างการคำนวณมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิในปีที่ 1

$$NPV_1 = -168,000 + \frac{1,023,000}{(1+0.15)} = 889,955$$

จะได้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิในแต่ละปี ดังตารางที่ ซ.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช.2 มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สะสมในแต่ละปี

ปีที่ดำเนินโครงการ	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สะสม (บาท)
0	-168,600
1	721,292
2	1,495,166
3	2,168,099
4	2,753,259
5	3,262,093

3. ระยะเวลาคืนทุน

จากตารางพบว่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์ในระหว่างปีที่ 0 และปีที่ 1 ที่ดำเนินโครงการ จึงทำการเทียบประมาณระยะเวลาคืนทุน

$$\frac{x-0}{1-0}=\frac{0-(-168,600)}{721,292-(-168,600)}$$

x = 0.19 ปี = 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

โครงการเสริม การศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจน

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

หน่วยไอโซเมอไรเซชัน (Isomerization Unit, ISOU) จะรับแนฟทาเบาจากหน่วยปรับสภาพแนฟทา (Naphtha Pretreating Unit, NPU) และหน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจน (Hydrocracking Unit, HCU) เพื่อเพิ่มค่าออกเทนของแนฟทาเบา แต่ในช่วงเริ่มกระบวนการผลิตของหน่วยแตกตัวด้วยไฮโดรเจนพบว่า แนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจนมีปริมาณน้ำสูงกว่าค่าควบคุม (30 ppmv) เนื่องจากในช่วงเริ่มกระบวนการผลิตอุณหภูมิของหอที่ใช้แยกน้ำออกจากแนฟทาจะน้อยกว่าช่วงปฏิบัติการปกติจึงทำให้ไม่สามารถแยกน้ำออกจากแนฟทาเบาได้ น้ำจะเป็นตัวยับยั้งตัวเร่งปฏิกิริยาที่อยู่ในเครื่องปฏิกรณ์ในหน่วยไอโซเมอไรเซชัน จึงต้องส่งแนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจนไปยังถังเก็บน้ำมันปนเปื้อน ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและเวลา เนื่องจากจะต้องนำน้ำมันปนเปื้อนมาเข้ากระบวนกลั่นใหม่ตั้งแต่ต้น

2. ประเภทของน้ำที่ปนอยู่กับไฮโดรคาร์บอน (Machinery Lubrication, 2001a)

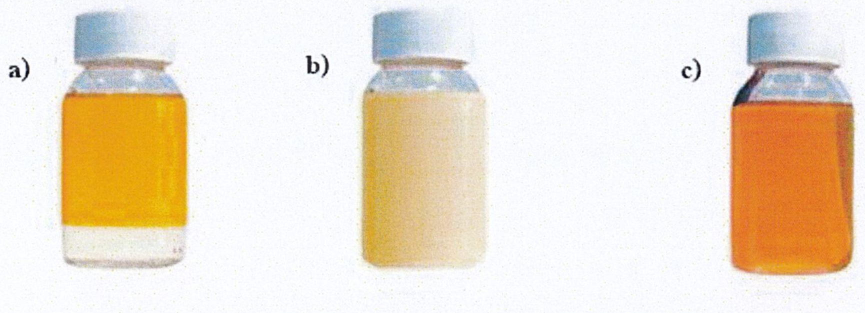
น้ำที่ปนกับไฮโดรคาร์บอนสามารถแบ่งประเภทได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. น้ำที่เป็นอิสระ (Free water) เป็นน้ำที่ไม่ละลายกับไฮโดรคาร์บอนจึงแยกชั้นกับไฮโดรคาร์บอนอย่างชัดเจน

2. น้ำที่แตกตัวปนอยู่ในน้ำมัน (Emulsified water) เป็นหยดน้ำขนาดเล็กที่กระจายตัวอยู่ในไฮโดรคาร์บอนแต่ไม่ได้ละลายเข้ากับไฮโดรคาร์บอน ทำให้ไฮโดรคาร์บอนมีสีขุ่น

3. น้ำที่ละลายในน้ำมัน (Dissolved water) เป็นน้ำที่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับไฮโดรคาร์บอน ไม่สามารถสังเกตเห็นหยดน้ำที่ปนไปกับไฮโดรคาร์บอนได้

น้ำที่ปนในไฮโดรคาร์บอนทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะดังรูปที่ ซ.1



รูปที่ ซ.1 a) Free water **b)** Emulsified water **c)** Dissolved water

(Machinery Lubrication, 2001a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประเภทของน้ำที่ต้องกำจัดออกจากแนฟทาเบา

3.1 ความสามารถในการละลายของน้ำในแนฟทาเบา

จากการคำนวณจะได้ความสามารถของน้ำที่สามารถละลายในแนฟทาเบาที่อุณหภูมิต่างๆ ตามตารางที่ 4.10

ตารางที่ ซ.1 ความสามารถในการละลายของน้ำในแนฟทาเบาที่อุณหภูมิต่างๆ จากการคำนวณ

อุณหภูมิ (°C)	**ความสามารถในการละลายของน้ำในแนฟทาเบา (ppmv)**
25	87.03
30	110.10
35	138.22
40	172.28
45	213.27
50	262.28

3.2 ปริมาณน้ำที่ตรวจพบในแนฟทาเบา

ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างตรวจวัดพบว่า มีปริมาณน้ำในแนฟทาเบาดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ ซ.2 ปริมาณน้ำในแนฟทาเบาที่ได้จากกระบวนการแตกตัวด้วยไฮโดรเจน

วันที่เก็บตัวอย่างแนฟทาเบา	**ปริมาณน้ำในแนฟทาเบา (ppmv)**
17 สิงหาคม 2562	172
18 สิงหาคม 2562	70
19 สิงหาคม 2562	62
20 สิงหาคม 2562	49
21 สิงหาคม 2562	38

จากตารางที่ 4.11 พบว่าในวันที่ 17 สิงหาคม 2562 มีปริมาณน้ำในแนฟทาเบา 172 ppmv ที่อุณหภูมิ 30°C น้ำสามารถละลายในแนฟทาเบาได้ 110.10 ppmv การลดปริมาณน้ำในแนฟทาเบาให้เหลือ 30 ppmv จะต้องกำจัดน้ำทั้ง 3 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กระบวนการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา

4.1 ผลการเปรียบเทียบประเภทของน้ำที่กระบวนการแต่ละกระบวนการ

ประเภทของน้ำที่สามารถกำจัดได้ในแต่ละกระบวนการแสดงดังตารางที่ ซ.3

ตารางที่ ซ.3 ประเภทของน้ำที่สามารถกำจัดได้ในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการที่ใช้กำจัดน้ำ	ประเภทของน้ำที่สามารถกำจัดได้		
	Free water	Emulsified water	Dissolved water
แรงโน้มถ่วง	กำจัดได้	กำจัดได้บ้าง	กำจัดไม่ได้
แรงเหวี่ยง	กำจัดได้	กำจัดได้บ้าง	กำจัดไม่ได้
การรวมตัว	กำจัดได้	กำจัดได้บ้าง	กำจัดไม่ได้
การดูดซึม	กำจัดได้	กำจัดได้	กำจัดไม่ได้
การกลั่นสุญญากาศ	กำจัดได้	กำจัดได้	กำจัดได้
การกำจัดความชื้นที่ผิวน้ำมัน	กำจัดได้	กำจัดได้	กำจัดได้
การดูดซับ	กำจัดได้	กำจัดได้	กำจัดได้

จากตารางที่ 4.12 พบว่ากระบวนการกลั่นด้วยสุญญากาศ กระบวนการกำจัดความชื้นที่ผิวน้ำมัน และกระบวนการดูดซับสามารถกำจัดน้ำที่ปนกับแนฟทาเบาได้ทั้ง 3 ประเภท จึงทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัดของกระบวนการทั้ง 3 ชนิดนี้

4.2 กระบวนการที่เหมาะสมในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา

เปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัดของกระบวนการกลั่นสุญญากาศ กระบวนการกำจัดความชื้นที่ผิวน้ำมัน และกระบวนการดูดซับดังตารางที่ ซ.4

ตารางที่ ซ.4 เปรียบเทียบข้อดีข้อจำกัดของกระบวนการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา

กระบวนการที่ใช้ในการกำจัดน้ำ	ข้อดี	ข้อจำกัด
การกลั่นสุญญากาศ	-มีประสิทธิภาพสูง	-เกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์
การกำจัดความชื้นที่ผิวน้ำมัน	-ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ	-เกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ -ไฮโดรคาร์บอนสัมผัสกับอากาศโดยตรง
การดูดซับ	-ประสิทธิภาพสูง -ไม่สูญเสียผลิตภัณฑ์	-ต้องการไอน้ำในการฟื้นฟูตัวดูดซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 พบว่า กระบวนการกลั่นสุญญากาศและกระบวนการกำจัดความชื้นที่ผิวน้ำมันเป็นกระบวนการที่สามารถเกิดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ได้ จึงเลือกกระบวนการดูดซับในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบาเนื่องจากไม่มีการสูญเสียผลิตภัณฑ์ จึงทำการเปรียบเทียบชนิดของตัวดูดซับที่จะใช้ในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา ตัวดูดซับที่นิยมใช้ในการแยกน้ำออกจากไฮโดรคาร์บอนมี 3 ชนิด คือ 1. ผลึกอะลูมินาดูดความชื้น 2. ผลึกซิลิกาดูดความชื้น 3. ผลึกคัดโมเลกุล ดังตารางที่ ซ.5

ตารางที่ ซ.5 เปรียบเทียบชนิดตัวดูดซับในการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา

ชนิดของตัวดูดซับ	ข้อดี	ข้อจำกัด
ผลึกอะลูมินาดูดความชื้น	ราคาถูก	-ฟื้นฟูยากต้องใช้ไอน้ำมาก -ดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนัก
ผลึกซิลิกาดูดความชื้น	ฟื้นฟูได้ง่าย	ดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนัก
ผลึกคัดโมเลกุล	-ไม่ดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนัก -มีความจุการดูดซับที่สูง	ราคาแพง

จากตารางที่ ซ.5 พบว่าผลึกอะลูมินาดูดความชื้นแม้จะมีราคาถูกแต่สามารถดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนักได้ ซึ่งเมื่อดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนักจะทำให้ผลึกอะลูมินาดูดความชื้นไม่สามารถฟื้นฟูสภาพได้ ผลึกซิลิกาดูดความชื้นแม้ว่าจะสามารถฟื้นฟูสภาพได้ง่ายกว่าผลึกอะลูมินาดูดความชื้นแต่ก็สามารถดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนักได้ จึงทำการเลือกใช้ตัวดูดซับชนิดผลึกคัดโมเลกุลเนื่องจากมีพื้นที่ผิวที่สูงถึง 1,000 m^2/g และไม่ดูดซับไฮโดรคาร์บอนหนัก

5. ผลการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

5.1 ต้นทุนในการลงทุน

ต้นทุนในการลงทุนของโครงการนี้คือ ค่าหอดูดซับซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1. ราคาของหอดูดซับ และ 2. ราคาของตัวดูดซับ ซึ่งหอดูดซับมีราคา 4,000,000 บาท และตัวดูดซับมีราคา 260,000 บาท ซึ่งเป็นราคาอ้างอิงจากการจัดซื้อของบริษัทครั้งก่อน

5.2 ผลตอบแทนในการลงทุน

ผลตอบแทนของโครงการนี้คือ พลังงานที่ประหยัดได้จากการกำจัดน้ำออกจากแนฟทาเบา โดยนำปริมาณแนฟทาเบาที่ต้องส่งไปกลั่นใหม่ 3,210.5 บาร์เรล คิดเป็นมูลค่าประมาณ 123,000 บาท (ราคาพลังงานที่ต้องใช้ในการกลั่นใหม่ 38.4 บาทต่อบาร์เรล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการคำนวณอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการ

นำข้อมูลรายรับและรายจ่ายป้อนลงในโปรแกรม Microsoft excel โดยหาเป็นกระแสเงินสดและคำนวณ IRR ภายในระยะเวลา 5 ปี พบว่าได้ IRR -42.67% ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานของบริษัท (15% ภายในระยะเวลา 5 ปี)

จากผลการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าอัตราผลตอบแทนภายในมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานของบริษัทจึงทำให้โครงการนี้ยังไม่เหมาะต่อการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายศุภวิชญ์ บุญช่วย

วัน เดือน ปีเกิด 5 สิงหาคม 2540

ที่อยู่ 197 ถนนตัดใหม่ ต.บางพระ อ.เมืองตราด จ.ตราด 23000

E-mail suphawich.boo@gmail.com

โทรศัพท์ 080-539-5945

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2553 - 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตราษตระการคุณ
- พ.ศ. 2556 – 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ
- พ.ศ. 2559 - ปัจจุบัน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- รองประธานโครงการ ค่ายแนะแนววิชาชีพทางวิศวกรรมเคมีลาดกระบัง ครั้งที่ 8 (CEL Camp 8th) ตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม 2562 ถึงวันที่ 8 มกราคม 2562
- นักศึกษาฝึกงาน ส่วนเทคโนโลยีและนวัตกรรม (ทน.)
  โรงแยกก๊าซธรรมชาติ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
  ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน 2562 ถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2562
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา ส่วนเทคนิคโรงกลั่น (Technical Service Division, TSD)
  บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
  ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม 2562 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้