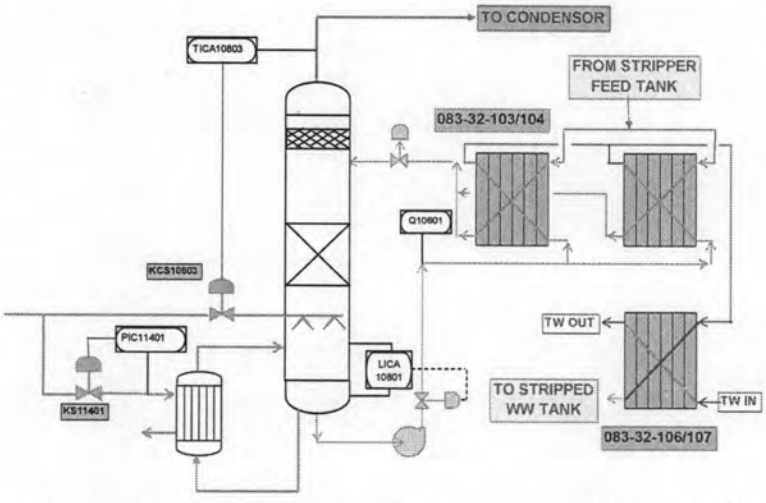
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทที่ 3 แสดงวิธีการประเมินความสามารถของปั๊มที่มีอยู่หลังการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน วิธีการทดลอง และวิธีการคำนวณ

วิธีการดำเนินการวิจัย

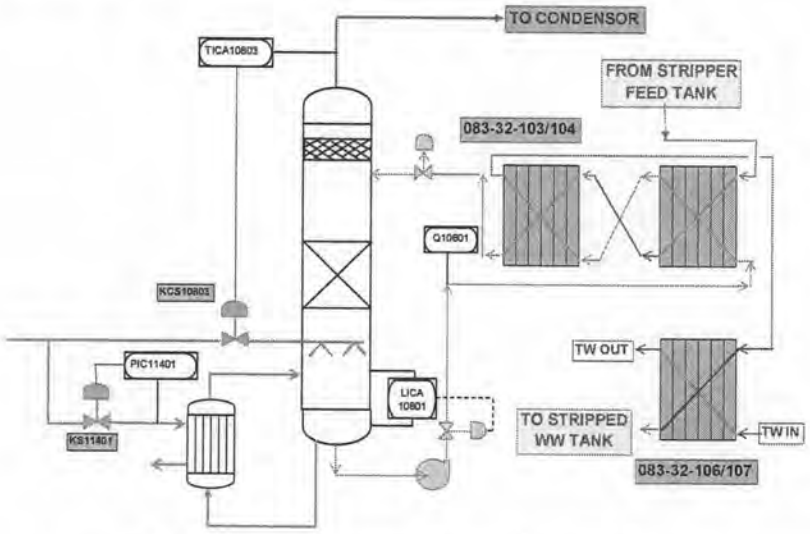
เดิมการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้งานอยู่เป็นแบบใช้งาน 1 เครื่องและสำรอง 1 เครื่อง ซึ่งเราจะนำเครื่องสำรองมาใช้งานด้วยในรูปแบบต่าง ๆ โดยการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสามารถจัดรูปแบบได้ทั้งหมด 3 แบบ คือ

1. แบบใช้งาน 1 เครื่องและสำรอง 1 เครื่อง ซึ่งเป็นแบบที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน
2. แบบใช้งานทั้ง 2 เครื่องต่อแบบขนาน เป็นแบบที่ต่ออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเหมือนแบบที่ 1 อยู่แล้ว แต่จะเปิดวาล์วให้น้ำเสียเข้าแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 2 เครื่องแทน



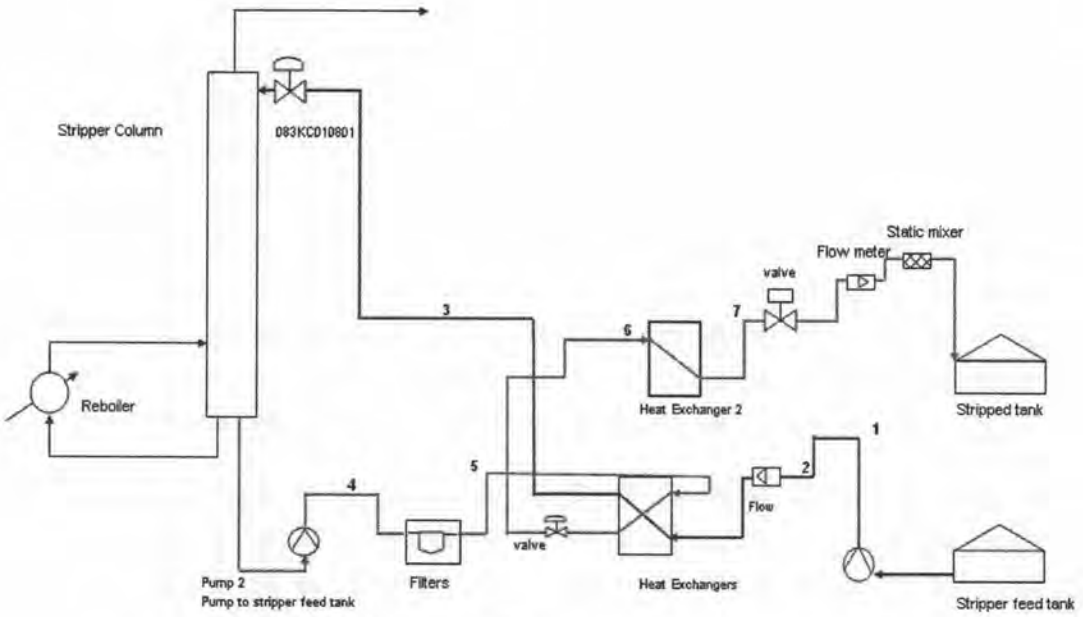
รูปที่ 3.1 การจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบใช้งาน 1 เครื่อง และแบบขนาน

3. แบบใช้งานทั้ง 2 เครื่องต่อแบบอนุกรม เป็นแบบที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงท่อน้ำเข้าและออก โดยให้น้ำเสียเข้าเครื่องที่ 1 และไปออกเครื่องที่ 2



รูปที่ 3.2 การจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบอนุกรม

โดยการต่ออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละแบบจะทำให้ความดันลดคร่อมอุปกรณ์ทั้งหมดเปลี่ยนแปลงไป ฉะนั้นก่อนการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จะต้องทำการประเมินปั๊มที่มีอยู่ ว่ายังสามารถครอบคลุมการจัดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบต่าง ๆ ได้หรือไม่ โดยการคำนวณความดันลดในเส้นท่อและข้องอต่าง ๆ ที่อัตราไหลใช้งานปกติ ประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และหาความดันลดในอุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น เครื่องกรอง (Filter) เครื่องผสมแบบอยู่กับที่ในท่อ (Static mixer) วาล์ว และคอนโทรลวาล์ว และความสูง เป็นต้น ในรูปแบบการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบอนุกรมและขนาน หลังจากหาค่าความดันลดในการจัดเรียงแบบต่าง ๆ แล้วนำค่าความดันลดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับความดันที่ปั๊มสามารถทำได้ทั้งจากถังป้อน (Stripper feed tank) ผ่านท่อ ข้องอ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนถึง Stripper column และจาก ปั๊มของ Stripper column ผ่านท่อ ข้องอ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนถึงถังพัก (Stripped tank) โดยความดันที่ปั๊มสามารถหาได้จากปั๊ม Curve ที่มาพร้อมกับปั๊มแต่ละเครื่อง หลังจากนั้นเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณหาความดันลดแบบขนานและอนุกรมเทียบกับความดันที่ปั๊มสามารถทำได้ เพื่อความมั่นใจว่า หลังจากการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว ความดันที่ปั๊มสามารถทำได้ ยังคงมากกว่าการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบต่าง ๆ

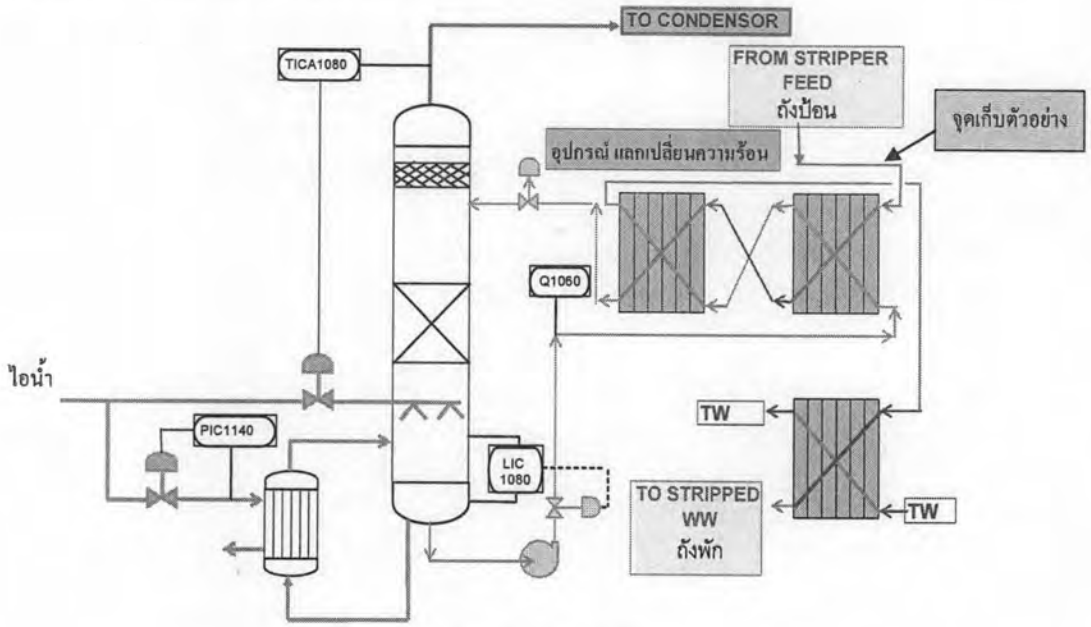


รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องใน Flow diagram ของ Stripper column

หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิ ปริมาณการใช้ไอน้ำและอัตราการไหลของน้ำเสียเข้า Stripper column ในจุดต่าง ๆ ของการจัดเรียงอุปกรณ์แบบแบบใช้งาน 1 เครื่องและสำรอง 1 เครื่อง แบบใช้งานทั้ง 2 เครื่องต่อแบบขนาน และต่อแบบอนุกรม และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า Thermal capacity และ หา Overall Heat Transfer Coefficient ของการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เปรียบเทียบทั้งแบบเดิม แบบขนานและแบบอนุกรม เพื่อเลือกการจัดเรียงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งาน

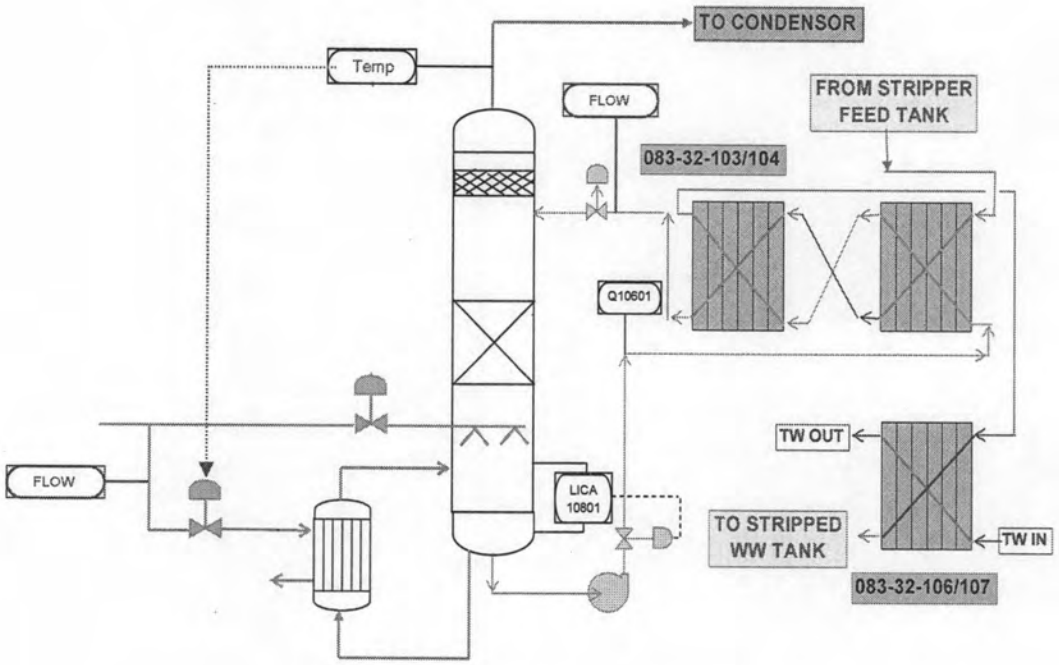
จากการศึกษาพบว่าในบางครั้งเมื่อพนักงานควบคุมเครื่องเห็นว่าแนวโน้มของปริมาณสารอินทรีย์ที่ส่งออกจาก Stripper column ไปยังถังพัก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนเกือบถึงค่าที่ยอมให้มีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนได้สูงสุด (มีอุปกรณ์ตรวจปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนของน้ำหลังผ่าน Stripper column ก่อนเข้าถังพัก ถ้าปริมาณสารอินทรีย์เกินกำหนด วาล์วจะถูกสั่งให้หมุนน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดกลับไปยังถังป้อน เพื่อป้อนกลับเข้า Stripper column ใหม่ จนกว่าปริมาณสารอินทรีย์ได้ตามกำหนด พนักงานควบคุมเครื่องจึงจะสามารถสั่งหมุนวาล์วไปยังถังพักตามปกติได้) พนักงานควบคุมเครื่องจะทำการเพิ่มปริมาณไอน้ำเพื่อเพิ่มค่าความร้อนให้สารอินทรีย์ทั้งหมดออกไปจากก้นหอ ออกไปทางยอดหอของ Stripper column จึงทำการออกแบบการวิเคราะห์หาสาเหตุของการใช้ปริมาณไอน้ำเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณน้ำเสียที่ป้อนเข้า Stripper column ไม่เปลี่ยนแปลง โดยหาองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียโดยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้า Stripper

column เพื่อส่งห้องทดลองทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ และอุณหภูมิ ณ. จุดต่าง ๆ ทั้งเข้าและออก Stripper column จากนั้นทำการทำดุลมวลและพลังงานรอบ Stripper column เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารอินทรีย์ต่อปริมาณการใช้ไอน้ำ

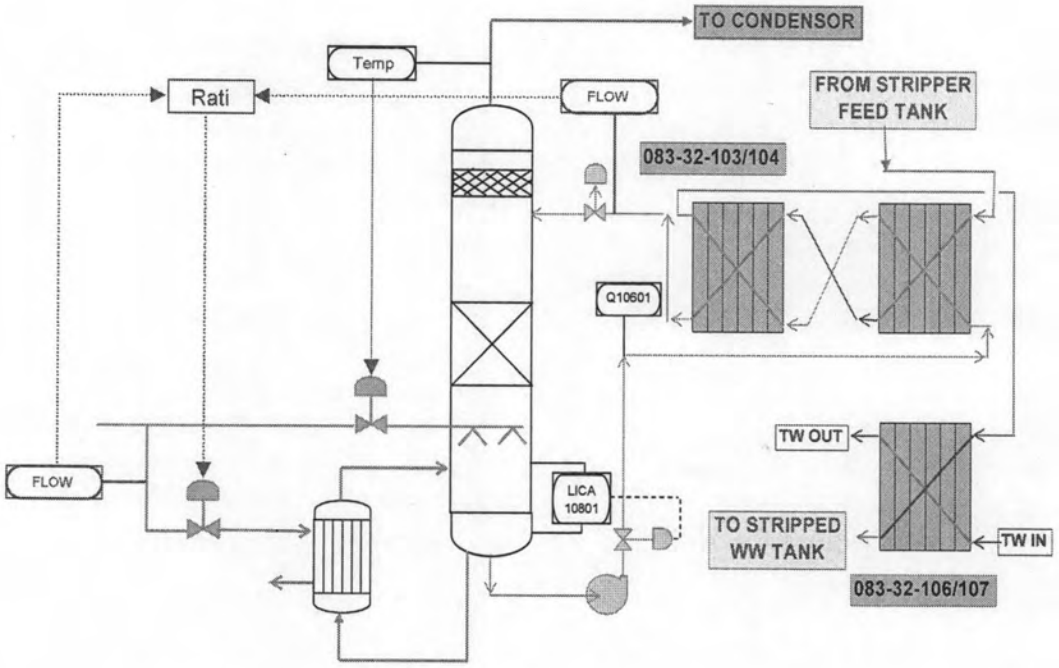


รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างของระบบ Stripper column

จากนั้นพบว่าในกระบวนการควบคุมเดิม เมื่อมีการเพิ่มหรือลดปริมาณการป้อนน้ำเสียเข้า Stripper column ทำให้อุณหภูมิยอดหอ Stripper column เปลี่ยนแปลง ทำให้วาล์วมีการปรับปริมาณการป้อนไอน้ำเข้า Reboiler เพื่อควบคุมอุณหภูมิยอดหอได้ตามค่าที่ตั้งไว้ โดยเมื่อพิจารณาอุณหภูมิยอดหอและปริมาณการป้อนไอน้ำเข้า Reboiler พบว่ามีการเบี่ยงเบนออกจากค่าที่ตั้งไว้ ทำให้ต้องใช้ไอน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงคิดที่จะเปลี่ยนกระบวนการควบคุมโดยใช้อัตราส่วนของไอน้ำป้อนเข้า Reboiler ต่อปริมาณน้ำเสียป้อนเข้า Stripper column แทน โดยขั้นแรกจะทำการเก็บข้อมูลเพื่อหาปริมาณอัตราส่วนที่เหมาะสม และ เปลี่ยนแปลงวิธีการควบคุมชั่วคราวเพื่อเก็บข้อมูลและดูค่าอุณหภูมิที่เบี่ยงเบนออกจากค่าที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.5 การควบคุมการควบคุมการใช้ไอน้ำแบบเดิมโดยใช้การควบคุมวาล์วไอน้ำที่ป้อนเข้า Reboiler โดยนำอุณหภูมิของยอดหอมาเป็นตัวสั่งการทำงานของวาล์วไอน้ำ



รูปที่ 3.6 การควบคุมการเดินเครื่องแบบควบคุมวาล์วไอน้ำโดยการใช้ค่าอัตราส่วนของไอน้ำต่อน้ำที่ป้อนเข้ามาเป็นตัวสั่งการการทำงานของวาล์วไอน้ำ