บทที่ 1
บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบัน การปฏิบัติงานทางวิศวกรรมหรือในอุตสาหกรรมต่างๆ สิ่งหนึ่งที่จะพบอยู่เสมอคือ ความร้อน ซึ่งได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ กันอย่างมากมาย ทั้งการใช้งานในทางตรง เช่น การนำความร้อนไปใช้ในกระบวนการผลิต การใช้ความร้อนเพื่ออบแห้ง และอื่นๆ รวมทั้งการใช้งานในทางอ้อม คือการนำไปใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการนำเอาความร้อนที่อาจจะสูญเปล่าได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับของไหลชนิดอื่น ที่ต้องการนำไปใช้งานในอุณหภูมิที่สูงขึ้น

ในทางอุตสาหกรรมเคมี จะพบว่า มีของไหลร้อนบางชนิดต้องลดอุณหภูมิลง และของไหลเย็นบางชนิดต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้น เพื่อนำไปใช้งานตามความเหมาะสม จึงมีการนำเอาอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมาใช้ เพื่อทดแทนการใช้เครื่องทำความร้อน (Heater) และเครื่องทำความเย็น (Cooler) จากนั้นความสำคัญของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจึงมีมากขึ้น จึงได้มีการศึกษาและมีการวิจัยเกี่ยวกับ การใช้โครงข่ายแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Network ; HEN) เกิดขึ้น และได้พัฒนาการใช้งานกันมาอย่างต่อเนื่อง โดยการออกแบบในการวิจัยต่างๆ จะใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด ' one to one ' คือใช้แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลร้อน 1 ชนิด กับ ของไหลเย็น 1 ชนิดเท่านั้น

ต่อมาในปี 1998 โดย Baodong Chang , Zhongwu Lu, Baoyu Liu , Shizhong Lu จาก Fushun Petroleum Institute, China, Northeastern Univercity, China ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ' Heat Exchanger Network ' โดยนำเอาอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ของไหลหลายชนิด (Multi - Fluid Heat Exchanger ; MFHE) มาใช้ โดย MFHE มีลักษณะการใช้งานคือ ใช้ของไหลในเปลือก 1 ชนิด ต่อของไหลในท่อ 2 ชนิดขึ้นไป โดยมีขั้นตอนในการออกแบบดังนี้

1. เริ่มต้นด้วยการกำหนดอุณหภูมิสูงสุดของ ของไหลร้อนและของไหลเย็น โดยต้องแน่ใจว่าของไหลร้อน 1 ชนิด สามารถให้ความร้อนแก่ของไหลเย็น 1 ชนิดได้เพียงพอ จะทำให้ได้ การถ่ายเทความร้อนที่มีผลต่างของอุณหภูมิน้อยที่สุด (minimun temperature differential ; MTD)
2. ให้ของไหลเย็น 1 ชนิดไหลในเปลือก สัมผัสกับของไหลร้อนมากกว่า 1 ชนิดที่ไหลในท่อ

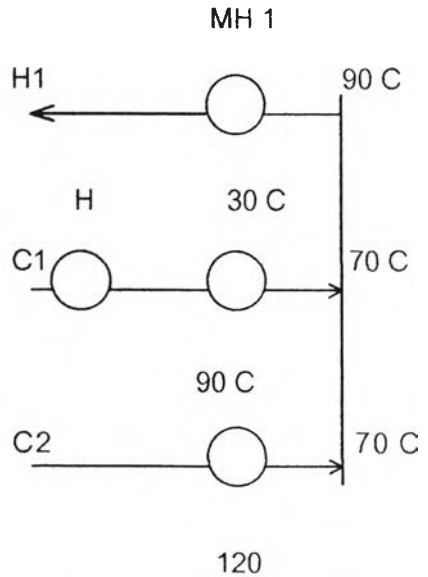
3. จากการสัมผัสจะได้ของไหลร้อนตามอุณหภูมิที่ต้องการ
4. จากขั้นตอนทั้ง 3 สามารถเปลี่ยนโดยใช้ของไหลร้อนให้ไหลในเปลือกแทนได้
5. หาค่าภาระความร้อนจากค่าความร้อนที่ของไหลเย็นได้รับ

จากขั้นตอนในการวิจัยได้มีการทดลองตัวอย่าง 2 ตัวอย่างด้วยกัน

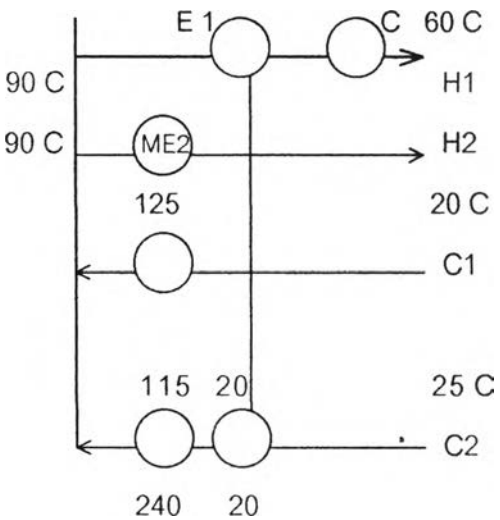
ตัวอย่างที่ 1-1 [1] กำหนดค่าต่างๆ ของของไหล 4 ชนิดตามตารางที่ 1 และทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 2 ชนิดคือ แบบ ' one to one ' กับแบบ ' MFHE '

NO.	FLUID	HEAT CAPACITY (kW/ C)	INLET TEMPERTURE (C)	OUTLET TEMPERTURE (C)
1	H1	2.0	150	60
2	H2	8.0	90	60
3	C1	2.5	20	125
4	C2	3.0	25	100

ตารางที่ 1-1 ตัวอย่างการทดลองโดยใช้ของไหล 4 ชนิด



ภาพที่ 1-1 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 1-2 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1

จากค่าที่กำหนด ได้มีการแยกแบบระบบออกเป็น 2 แบบคือ

Design above the pinch : ต้องคำนึงว่าของไหลร้อนทุกชนิดถูกทำให้เย็นลงโดยของไหลเย็น (1)
Design below the pinch :ต้องคำนึงว่าของไหลเย็นทุกชนิดถูกทำให้ร้อนขึ้นโดยของไหลร้อน (2)

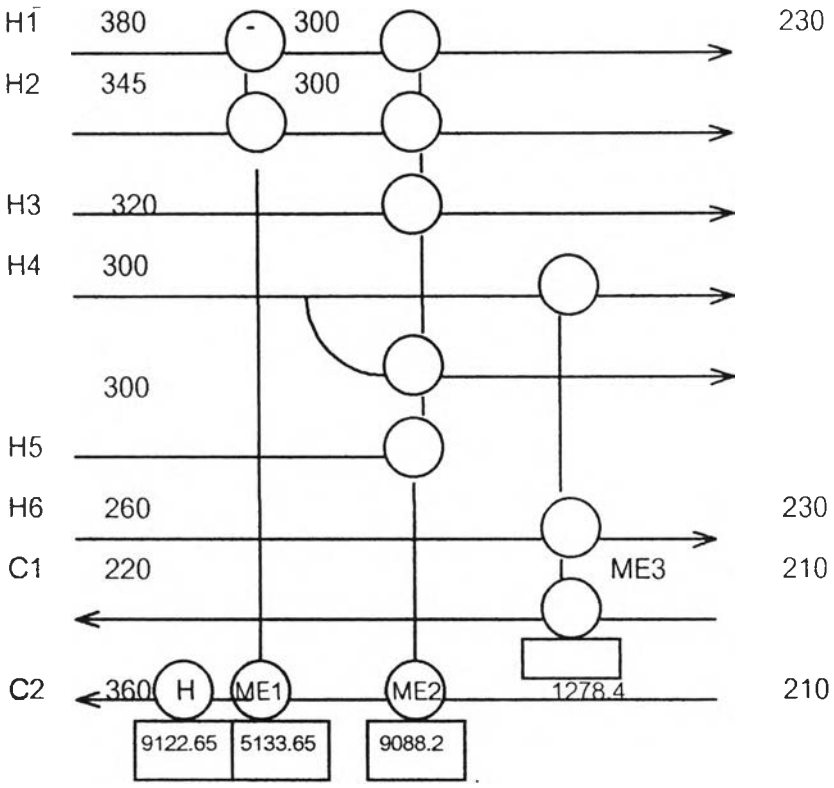
จากรูปที่ 1 (Design above the pinch) ของไหลร้อน H1 จะแลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงกับของไหลเย็น C1 และ C2 โดยที่ C2 ถ่ายเทโดยตรงและเข้า MFHE ที่ 82 C หลังจากที่ H1 แลกเปลี่ยนความร้อนกับ C1 และ C2

สัญลักษณ์ 4 เหลี่ยม ใต้วงกลมแสดงภาระความร้อนของ MFHE , HEE , cooler , heater จากรูปที่ 2 (Design below the pinch) ของไหลร้อน H2 ถูกแลกเปลี่ยนความร้อนกับ C1 และ C2 ใน ME2 ซึ่งของไหลเย็น C1 แลกเปลี่ยนความร้อนกับ ME2 ทั้งหมด ในขณะที่ C2 ถูกแลกเปลี่ยนความร้อนกับ H1 ใน ' one to one '(E1)และเข้า MFHE ที่อุณหภูมิ 38.33 C[1]

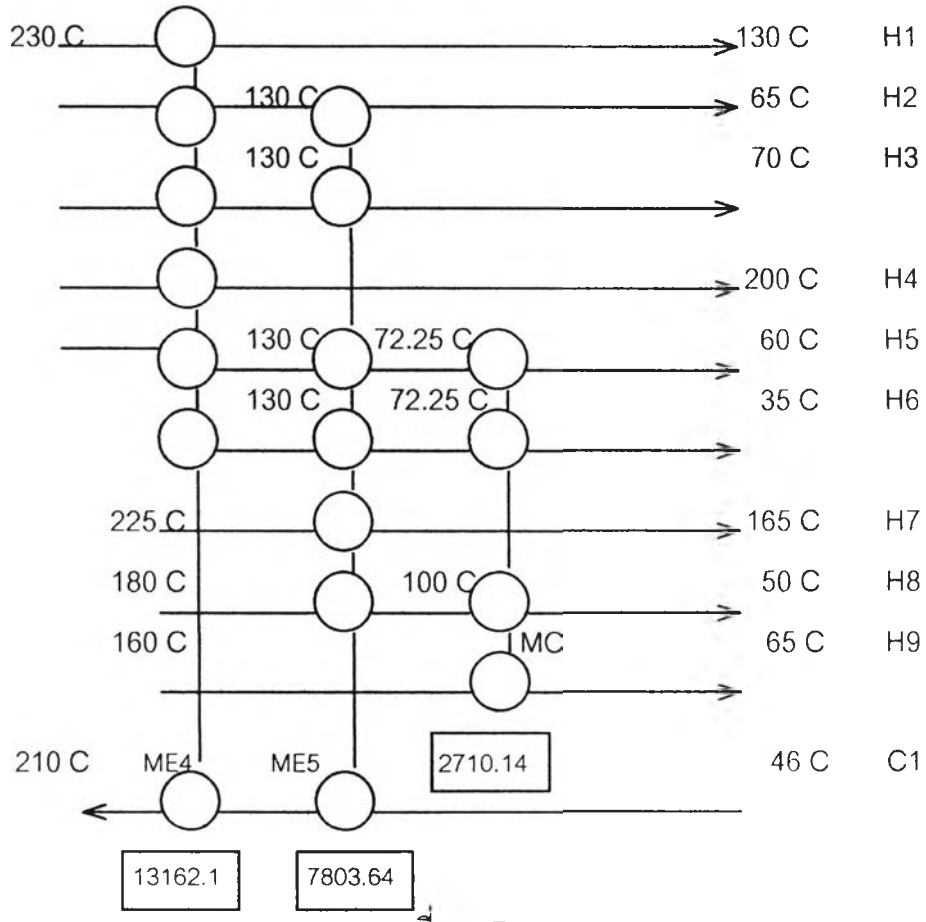
ตัวอย่างที่ 1-2 จากตารางที่ 2 ให้ข้อมูลของของไหลร้อน 9 ชนิดและของไหลเย็น 2 ชนิด

NO.	FLUID	HEAT CAPACITY (kW/ C)	INLET TEMPERTURE (C)	OUTLET TEMPERTURE (C)
1	C1	127.84	46.0	220
2	C2	155.63	210	360
3	H1	59.89	380	130
4	H2	7.61	345	65
5	H3	8.17	320	70
6	H4	38.77	300	200
7	H5	21.57	300	60
8	H6	22.75	260	35
9	H7	57.91	225	165
10	H8	9.81	180	50
11	H9	24.62	110	65

ตารางที่ 1-2 ข้อมูลของไหลร้อน 9 ชนิด และของไหลเย็น 2 ชนิด



ภาพที่ 1-3 Design above the pinch



ภาพที่ 1-4 Design below the pinch

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตัวอย่างที่ 1 และ 2 พบว่าเมื่อนำเอา MFHE มาใช้ใน Heat Exchanger Network แล้วจะช่วยลดจำนวนของ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน , เครื่องทำความร้อน , เครื่องทำความเย็น โดยในตัวอย่างที่ 1 สามารถลดจำนวนลงได้ 28% และในตัวอย่างที่ 2 สามารถลดจำนวนลงได้ 61%[1]

สำหรับในหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ จะทำการศึกษาเฉพาะส่วนของ MFHE โดยจะทำการศึกษาโดยใช้ของไหล 3 ชนิด ซึ่งเป็นของไหลร้อน 1 ชนิด และของไหลเย็น 2 ชนิด รวมทั้งออกแบบผลิตอุปกรณ์ และทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำ MFHE มาใช้ และพัฒนาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนความร้อน ที่ใช้ของไหล 3 ชนิด

1.2.2 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะ ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ของไหล 3 ชนิด

1.3 ขอบเขตและวิธีการศึกษา

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อในลักษณะต่างๆ

1.3.2 ออกแบบระบบและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 3 แบบ โดยในแบบที่ 2 และ 3 จะออกแบบให้มีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนเท่ากับในแบบที่ 1

1.3.3 สร้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามที่ได้ออกแบบไว้

1.3.4 ทำการทดลอง

1.3.5 วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ หาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆ และสมรรถนะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ได้จากผลการทดลองทั้ง 3 แบบ

1.3.6 เปรียบเทียบสมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 3 แบบจากผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เนื่องจากการนำเอาอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ชนิด MFHE มาใช้ทดแทนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่า จะช่วยลดจำนวนการใช้งานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ

ธรรมดาได้พอสมควร และจะเป็นประโยชน์กับอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ของไหลที่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เป็นอย่างดี

1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนา เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ MFHE