สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

พลังงาน เป็นสิ่งที่มีคุณค่ามาก และเป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้สำหรับสังคมมนุษย์ในปัจจุบัน ในระยะ 15 ปีที่ผ่านมาราคาพลังงานได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผลเต็มที่จึงมีความสำคัญยิ่ง พลังงานมีหลายรูปแบบ ความร้อน เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีประโยชน์และใช้มากในอุตสาหกรรม เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าในการใช้พลังงานความร้อน ความร้อนส่วนหนึ่งจะต้องถูกทิ้งไปเสมอ เพื่อที่จะใช้ความร้อนให้ได้ประสิทธิผลเต็มที่ เราต้องลดปริมาณความร้อนทิ้งให้เหลือน้อยที่สุด เช่น การนำความร้อนปล่อยทิ้งไปจากระบบกลับมาใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด นั่นคือ เทคนิคการประหยัดพลังงานจึง เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงได้

อุปกรณ์หรือระบบที่เก็บความร้อนกลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันมีหลายแบบ ฮีทไปป์เป็นอุปกรณ์ความร้อนแนวใหม่ที่มีอัตราการนำความร้อนสูง สามารถนำไปดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์ในการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดี สามารถใช้งานได้แม้ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างแหล่งให้ความร้อนและแหล่งรับความร้อนมีค่าน้อย มีความยืดหยุ่นในโครงสร้างและการดูแลรักษากระทำได้ง่าย ฮีทไปป์ได้เป็นที่สนใจในต่างประเทศและถูกนำไปประยุกต์ใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1964 แต่เป็นที่น่าเสียดายว่าการศึกษาเกี่ยวกับฮีทไปป์ในบ้านเมือง เรายังมีน้อยมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. สร้างอุปกรณ์สำหรับทดสอบสมรรถนะการทำงานของฮีทไปป์
2. ทดสอบ (วัด) สมรรถนะการทำงานของฮีทไปป์ โดยเน้นการแปรมุมที่วางฮีทไปป์จากแนวระดับ
3. สรรหาแบบจำลองเชิงทฤษฎีอย่างง่าย ๆ ที่สามารถทำนายลักษณะการทำงานของฮีทไปป์
4. เปรียบเทียบแบบจำลองเชิงทฤษฎีที่เสนอกับผลการทดลอง เพื่อ

ยืนยันความเป็นไปได้ โดยเสนอตัวอย่างการคำนวณ

5. สาธิตวิธีใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับขีดจำกัดการถ่ายเทความร้อนของฮีทไปป์ มาอธิบายผลการทดลอง

6. เสนอแนะหลักการออกแบบและการผลิตฮีทไปป์

7. เสนอแนะการประยุกต์ใช้ฮีทไปป์ในงานอุตสาหกรรม โดยการเสนอตัวอย่างการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบฮีทไปป์ (Heat - Pipe Heat - Exchanger)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหลักการทำงานของฮีทไปป์ หาข้อมูลพื้นฐานทั้งภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี ในการออกแบบและการสร้างฮีทไปป์

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับฮีทไปป์
2. ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย
3. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดสอบสมรรถนะของฮีทไปป์
4. สอบเทียบอุปกรณ์และเครื่องมือที่สร้างขึ้น
5. ทดสอบ (วัด) สมรรถนะการทำงานของฮีทไปป์
6. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรรหาแบบจำลองเชิงทฤษฎีอย่างง่าย ๆ ที่สามารถทำนายผลการทดลอง
8. เปรียบเทียบผลการทดลองกับแบบจำลองเชิงทฤษฎี (ปรับปรุงแก้ไขถ้าจำเป็น)
9. ประเมินผลการวิจัย สรุปผล เสนอแนะและโครงการในอนาคต

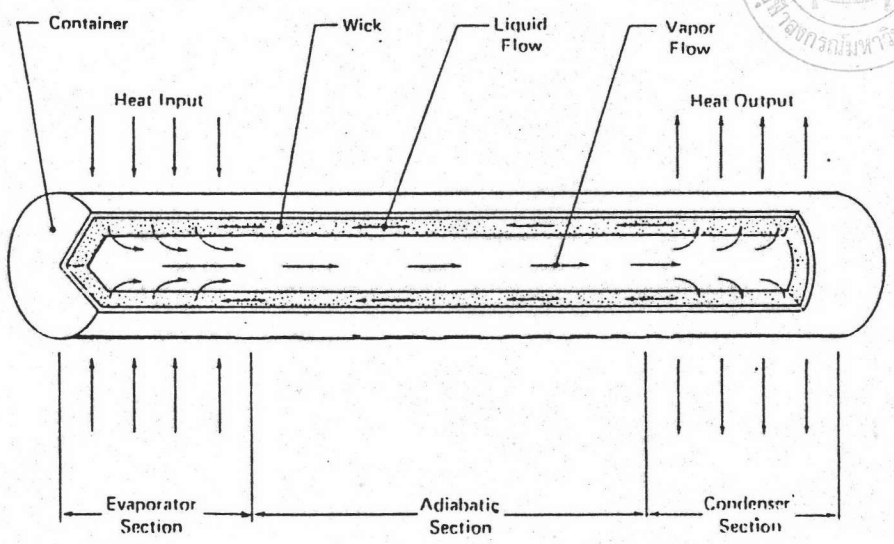
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้รู้ หลักการทำงานและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของฮีทไปป์ทั้งในภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปประยุกต์กับการออกแบบและสร้างฮีทไปป์ขึ้นเองในบ้านเมืองเรา
3. เพิ่มพูนความพร้อมทางวิจัยเกี่ยวกับฮีทไปป์ในโอกาสต่อไปในอนาคต

1.6 หลักการทำงานของฮีทไปป์[5],[6],[10],[21]

ฮีทไปป์เป็นท่อปิดผนึก ภายในเป็นสูญญากาศ ในท่อนี้บรรจุของเหลวใช้งาน และวิกค์(wick) บุที่ผนังด้านในของท่อ ลักษณะของฮีทไปป์และหลักการทำงานมีแสดงไว้ในรูปที่ 1.1 แนวความยาวของฮีทไปป์ แบ่งออกเป็นช่วงการระเหย(evaporator section) ช่วงการควบแน่น(condenser section) และช่วงคั่นกลางที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน(adiabatic section) ซึ่งจะมีหรือไม่มีก็ได้

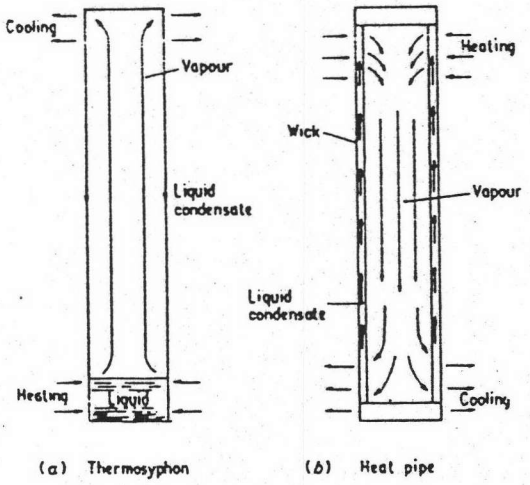
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของฮีทไปป์และลักษณะการทำงาน

ที่ช่วงการระเหย ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากแหล่งให้ความร้อน(heat source) ผ่านผนังท่อไปยังวิกค์ เพื่อระเหยของเหลวใช้งานที่อยู่ในวิกค์ ไอที่เกิดขึ้นจะไหลไปตามแนวกลางของท่อไปยังช่วงการควบแน่นซึ่งมีความดันไอต่ำกว่า ที่ช่วงการควบแน่นไอร้อนจะควบแน่น และคายความร้อนแฝงการควบแน่น ซึ่งจะถูกถ่ายเทออกจากฮีทไปป์ไปสู่แหล่งรับความร้อน(heat sink) ของเหลวควบแน่น(condensate) จะไหลกลับผ่านวิกค์ไปยังช่วงการระเหย โดยแรงท่อรูเข็มของวิกค์ซึ่งมีรูพรุนเล็ก ๆ เพื่อรับความร้อนใหม่ กระบวนการนี้จะเกิดขึ้นเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง

โครงสร้างโดยทั่วไปของฮีทไปป์คล้ายคลึงกับเทอร์โมไซฟอน(thermosyphon) แตกต่างกันตรงที่ใช้วิกค์เป็นตัวดูดของเหลวควบแน่นกลับไปยังช่วงการระเหย ส่วนเทอร์โมไซฟอนจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ช่วงการควบแน่นอยู่เหนือช่วงการระเหยเท่านั้น



รูปที่ 1.2 ลักษณะของฮีทไปป์และเทอร์โมไซฟอน

1.7 แรงส่งกลับของเหลวควบแน่น[10]

แรงส่งกลับของเหลวควบแน่น มีหลายชนิดดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แรงส่งกลับของเหลวควบแน่น

ชนิดของฮีทไปป์	ชนิดของแรงส่งกลับ
เทอร์โมไซฟอน (thermosyphon)	แรงโน้มถ่วงของโลก
ฮีทไปป์ (standard heat pipe)	แรงในท่อรูเข็ม
ฮีทไปป์แบบหมุน (rotating heat pipe)	แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force)
ฮีทไปป์แบบอีเลคโตรไฮโดรไดนามิค (electrohydrodynamic heat pipe)	แรงเชิงไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic volume force)
ฮีทไปป์แบบแมคเนโตไฮโดรไดนามิค (magnetohydrodynamic heat pipe)	แรงแม่เหล็ก (magnetic volume force)
ฮีทไปป์แบบออสโมติก (osmotic heat pipe)	แรงออสโมติก (osmotic force)

1.8 ข้อได้เปรียบและลักษณะเด่นของฮีทไปป์[1],[5],[18]

1. มีอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วยสูงกว่าอัตราความนำความร้อนของโลหะตัวนำ (เช่น เงิน, ทองแดง)

2. ไม่จำเป็นต้องใช้แรงภายนอกในการทำงานของฮีทไปป์ (ยกเว้นเครื่องเป่าก๊าซหรือเครื่องสูบของเหลวภายนอกฮีทไปป์)

3. อุณหภูมิใช้งานมีช่วงกว้าง สามารถทำงานได้แม้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างแหล่งให้และรับความร้อน มีค่าน้อย

4. ปัญหาการเสียและการบำรุงรักษามีน้อย เพราะไม่มีส่วนเคลื่อนไหว

5. นำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่าง ๆ ได้ เพราะมีความหยืดหยุ่นในโครงสร้าง, รูปร่างและขนาด ตั้งแต่มีดผ่าตัดพิเศษ จนถึงประเภทที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิในยานอวกาศให้สม่ำเสมอ อนึ่งไม่มีข้อจำกัดว่าปลายด้านหนึ่งด้านใดของฮีทไปป์ จะต้องเป็นช่วงการระเหยหรือช่วงการควบแน่น

ตารางที่ 1.2 การเปรียบเทียบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ในการเก็บความร้อนคืนที่อุณหภูมิสูง [1]

ประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	ความดันที่สูญเสีย	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน	การบำรุงรักษา	ราคา	พลังงานเสริม	การรั่วผสมของของไหล	พื้นที่ถ่ายเทความร้อนต่อปริมาตรหนึ่งหน่วย	คะแนนรวม
regeneration	ปานกลาง 3	สูง 4	ยาก 2	สูง 2	จำเป็น	มี 0	มาก 4	15
shell and tube	สูง 2	สูง 4	ธรรมดา 3	ปานกลาง 3	ไม่จำเป็น	ไม่มี 5	น้อย 2	19
plate fin	ต่ำ 4	ปานกลาง 3	ธรรมดา 3	สูง 2	ไม่จำเป็น	ไม่มี 5	มากพิเศษ 5	22
recirculating - secondary medium	ต่ำ 4	ต่ำ 2	ยาก 2	สูง 2	จำเป็น	ไม่มี 5	ปานกลาง 3	18
heat pipe	ต่ำ 4	สูง 4	ง่าย 5	ปานกลาง 3	ไม่จำเป็น	ไม่มี 5	มาก 4	25

หมายเหตุ คะแนนต่ำสุด 0 ถึงสูงสุด 5