KKU Engineering Journal

http://www.en.kku.ac.th/enjournal/th/

ท่อความร้อนแบบสั่น

Oscillating heat pipe

นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์*

Namphon Pipatpaiboon*

ห้องวิจัยระบบทางความร้อน สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160
The Thermals System Research Unit (TSR), Faculty of Industry and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan, Skon Nakhon Campus, Sakon Nakhon, Thailand, 47160

Received May 2012
Accepted December 2012

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอลักษณะและรูปแบบการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่น (Oscillating heat pipe, OHPs) ซึ่งท่อความร้อนแบบสั่นนั้นแบ่งออกเป็นสามประเภทคือ ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด (CEOHP) ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ (CLOHP)และ ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ (CLOHP/CV) ท่อความร้อนแบบสั่นเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่อาศัยหลักการพาความร้อนของสารทำงาน (Working fluids) ภายในท่อทองแดงสุญญากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อสัมพันธ์กับแรงตึงผิวของสารทำงานภายในท่อ เมื่อสารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั่นได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อน สารทำงานจะเกิดการเดือดและเกิดการเคลื่อนที่ภายในท่อพาความร้อนเคลื่อนที่ขึ้นลงไปมาทั่วไปตลอดแนวแกนท่อที่ขดเป็นลักษณะเป็นโค้งกลับไปกลับมา ทำให้เกิดรูปแบบการเคลื่อนที่ของสารทำงานภายในท่อที่ขึ้นลงไปมาในลักษณะคลื่น(Oscillating) ที่เป็นเอกลักษณ์นี้ ถูกใช้เป็นชื่อเรียกชนิดท่อความร้อนแบบนี้ว่าเป็นท่อความร้อนแบบสั่น บทความนี้ได้สรุปหลักการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามชนิด ปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นภายในท่อ และการประยุกต์ใช้งานเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีท่อความร้อนต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : ท่อความร้อนแบบสั่น สารทำงาน วาล์วกันกลับ

Abstract

This article aims to present the nature and operation system of the oscillating heat pipe (OHPs). OHPs consist of three type was Closed end oscillating heat pipe (CEOHP), Closed loop oscillating heat pipe (CLOHP) and Closed loop oscillating heat pipe (CLOHP/CV). OHPs heat exchanger is a device based on the heat convection of a working fluids inside the vacuum tube, copper tube with an inside diameter of the surface tension of working fluids. When working fluids received heat from any heat sources, working fluids boil and vaporize and moved along inner the tube. These actions forms of working fluids are similar oscillating wave. A unique was used to call the heat pipe was the oscillating heat pipe. This paper summarizes the operations of three type OHPs. Phenomenon occurs within OHPs. And their application in different ways guide to the study and development of OHPs technology in the future.

Keywords : Oscillating heat pipe, Working fluids, Check valves

* Corresponding author. Tel.:+66+4277-1391; fax: +66-4277-1393
Email address: Pipatpaiboon@hotmail.com

1. บทนำ

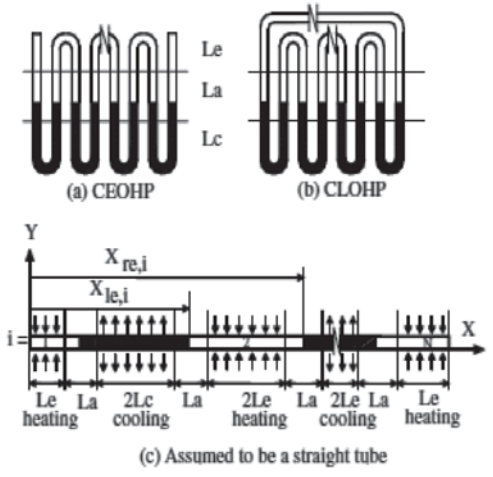
ท่อความร้อนแบบสั่นเป็นท่อความร้อนที่พัฒนารูปแบบการใช้งานมาจากท่อความร้อนแบบธรรมดาคือเทอร์โมไซฟอน (Thermosyphon) และท่อความร้อนแบบมีไส้ (Heat pipe) ซึ่งท่อความร้อนทั้งสองแบบที่นิยมใช้งานเริ่มแรกนั้น มีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะสมกับการใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กได้ จึงมีผู้คิดค้นท่อความร้อนชนิดพิเศษที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กทำจากท่อทองแดง ขึ้นรูปง่ายราคาถูก มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูง[1] ท่อความร้อนแบบสั่นถูกค้นพบครั้งแรกโดย [3] ซึ่งท่อความร้อนแบบสั่นจะมีการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งให้ความร้อน ไปยังแหล่งรับความร้อน เช่นเดียวกับท่อความร้อนแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไปแต่ลักษณะ และหลักการทำงานจะแตกต่างกันโดยท่อความร้อนชนิดสั่นจะมีลักษณะเป็นท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาดเล็ก การคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อโดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของสารทำงานที่ใช้ และอุณหภูมิทำงานเป้าหมายของท่อความร้อนแบบสั่นที่จะนำไปใช้งานนำมาคำนวณหาขนาดท่อที่เหมาะสมในการใช้งาน นำท่อมาดัดโค้งกลับไปกลับมาระหว่างส่วนของการทำระเหยกับส่วนควบแน่นและกั้นระหว่างส่วนทำระเหยกับส่วนควบแน่นด้วยส่วนกันความร้อน ภายในท่อเป็นสุญญากาศเติมด้วยสารทำงานในปริมาณที่เหมาะสม เติมสารทำงานเข้าไปภายในท่อแล้วเชื่อมปิดท่อให้สนิทและสภาวะภายในท่อเป็นสภาวะสุญญากาศ สารทำงานเมื่อเติมเข้าไปภายในท่อแล้วจะแบ่งลักษณะการคงอยู่ของสารทำงานเป็นสอง แบบ คือส่วนที่เรียกว่าก้อนของเหลว (Liquid slug) และส่วนที่เรียกว่าก้อนไอ (Vapor slug) ทั้งก้อนของเหลว และก้อนของไอจะจัดเรียงตัวแบบสลับกันไปมาในรูปแบบที่ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสารทำงานที่เติมลงไปภายในท่อ และอุณหภูมิทำงานขณะนั้นๆ ท่อความร้อนแบบสั่นจะสามารถทำงานได้ทั้งในแนวระดับและแนวดิ่ง ท่อความร้อนแบบสั่นแบ่งเป็นสามชนิด คือ ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ และ ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ ซึ่งท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามชนิดมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และ มีคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดท่อ

2. ท่อความร้อนแบบสั่น (Oscillating heat pipe, OHPs)

โดยทั่วไปแล้วท่อความร้อนแบบสั่นนั้นมีข้อแตกต่างจากท่อความร้อนอื่นหลายประการ เช่น ข้อแตกต่างทางกายภาพ ท่อความแบบธรรมดาทั่วไปจะเป็นแท่งทรงกระบอกเดี่ยว แต่ท่อความร้อนแบบสั่นเป็นท่อเส้นยาวต่อเนื่องกันนำมาขดเป็นรูปร่างตามลักษณะของท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามประเภท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อความร้อนแบบธรรมดาจะมีขนาดใหญ่กว่าค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) ท่อความร้อนแบบสั่นจะมีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่าขนาดที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) ลักษณะการเคลื่อนที่ของสารทำงานขณะเกิดการเดือดภายในท่อแตกต่างกัน ท่อความร้อนแบบธรรมดาเมื่อเกิดการเดือดจะกลายเป็นไอเคลื่อนที่ไปตามแนวแกนท่อ ท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามชนิดเมื่อเกิดการเดือดจะกลายเป็นฟองไอสลับกับก้อนของเหลวเคลื่อนไปตามแนวแกนท่อ โดยสรุปท่อความร้อนแบบธรรมดาทั่วไปมีข้อดีคือ สามารถสร้างได้ง่ายมีรูปแบบไม่ซับซ้อน ติดตั้งง่าย ซ่อมบำรุงง่าย ข้อเสียคือ มีขนาดใหญ่ ยากต่อการขนย้าย และประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนน้อยกว่าท่อความร้อนแบบสั่น ท่อความร้อนแบบสั่นมีข้อดีคือ ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าเมื่อเทียบกับท่อความร้อนแบบธรรมดา มีขนาดเล็กกะทัดรัด ข้อเสียคือ สร้างยาก ต้องใช้ผู้ที่มีความเชียวชาญเฉพาะในการสร้างและใช้งาน

หลักการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่น โดยทั่วไปท่อความร้อนแบบสั่น มีกลไกการทำงานเชิงความร้อน เมื่อความร้อนจากแหล่งความร้อนและส่วนทำระเหยจะรับความร้อน สารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั่นจะเกิดการเดือด สารทำงานภายในท่อความร้อนเปลี่ยนสถานะจากก้อนของเหลวกลายเป็นฟองไอ เรียงตัวสลับกันไปมาตามแนวแกนท่อดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งท่อความร้อนแบบสั่นนั้นจะประกอบด้วยส่วนทำระเหย (Le) ส่วนกันความร้อน (La) และส่วนควบแน่น (Lc) และเมื่อส่วนทำระเหยรับความร้อนอุณหภูมิในส่วนทำระเหยจะสูงขึ้นเกิดความแตกต่างของความดันด้านส่วนทำระเหยสูงกว่าส่วนควบแน่นทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของสารทำงานในรูปแบบฟองไอและก้อนของเหลวเคลื่อนที่ผ่านส่วนกันความร้อนไปยังส่วนควบแน่น ที่ส่วนควบแน่นอุณหภูมิจะต่ำกว่าเนื่องจากเป็นส่วนระบายความร้อนออกโดยระบาย

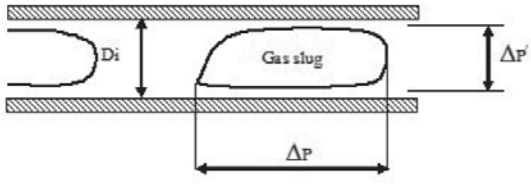
ความร้อนออกด้วยการใช้ลมเป่าหรือน้ำไหลผ่านมารับความร้อนจากผิวท่อความร้อนแบบสั่นออกไปใช้งานทำให้ฟองไอถ่ายเทความร้อนออกเมื่อเคลื่อนที่มาถึงส่วนควบแน่น และฟองไอจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลวรวมตัวกับก้อนของเหลวแล้วไหลย้อนกลับไปยังส่วนทำระเหยอีกครั้งโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกช่วยในการเคลื่อนที่ลงแนวดิ่งตามแนวแกนท่อ ซึ่งกลไกการทำงาน เชิงความร้อนจะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรต่อเนื่องตลอดเวลาขณะท่อความร้อนได้รับความร้อนและนำความร้อนออกไปใช้งาน



รูปที่ 1 (a) ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด (b) ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ (c) ท่อความร้อนแบบสั่นเมื่อทำการยืดให้ตรง [2]

อัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นนั้นจะใช้ทฤษฎีในการวิเคราะห์เหมือนกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทั่วไป โดยอาศัยการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลร้อนและของไหลเย็นสามารถหาได้จากการทำการสมดุลพลังงานโดยสมมติให้ไม่เกิดการสูญเสียความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม [10] ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นจากงานวิจัยในอดีตนั้นมีปัจจัย ที่ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นพอสรุปเป็นแนวทางในการนำไปพิจารณาใช้งานท่อความร้อนแบบสั่นคือ ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อความร้อนแบบสั่นควรจะมีขนาดใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากสมการที่ (1) จะให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด ลักษณะขณะทำงานมุมเอียงการทำงานท่อความร้อนแบบสั่นจะสามารถทำงานได้ดีในแนวดิ่งคือมุมเอียงการทำงานที่ 80-90° สารทำงานที่ควบแน่นที่ส่วนควบแน่นจะเคลื่อนที่กลับมายังส่วนทำระเหยได้อย่างรวดเร็ว ชนิดของสารทำงานที่ใช้งานคือจุดเดือดของสารทำงานที่สภาวะสุญญากาศที่ใช้ภายในท่อความร้อนแบบสั่นควรต่ำกว่าอุณหภูมิการนำท่อความร้อนแบบสั่นไปใช้งาน อัตราการเติมสารทำงานที่เหมาะสมคือ 50% ของปริมาตรภายในทั้งทั้งหมดหากปริมาณสารทำงานมีมากกว่า 50% จะเกิดการท่วมของสารทำงานภายในท่อหรือ การไหลส่วนทางของของเหลวที่เกิดการควบแน่นกับการของเหลวที่เคลื่อนจะสวนทางกันทำให้เกิดการท่วมของสารทำงานภายในท่อ ทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นน้อย ในกรณีที่ปริมาตรของสารทำงานน้อยกว่า 50% จะเกิดการแห้งของสารทำงานภายในท่อได้ หมายถึงสารทำงานที่มีปริมาณน้อยขณะเกิดการเดือดขึ้นภายในท่อสารทำงานจะกลายเป็นฟองไอทั้งหมด ไม่มีส่วนที่เป็นก้อนของเหลวกั้นกลางทำให้ สารทำงานภายในท่อไม่เกิดการควบแน่นและไม่มีสารทำงานที่เป็นของเหลวมารับความร้อนจากส่วนทำระเหยไปถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่นทำให้การถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นลดลง

Maezawa et al. [4] ได้ทำการทดลอง เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะทางความร้อนของท่อความร้อนชนิดสั่น โดยศึกษาท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน1 มิลลิเมตร และมีความยาวทั้งหมด 24 เมตร จำนวนโค้งเลี้ยว 20 โค้งเลี้ยว โดยใช้สารทำงานเป็น R142b จากผลการทดลองพบว่าท่อความร้อนชนิดสั่นจะมีการส่งถ่ายความร้อนโดยปรากฏการณ์การสั่น และสมรรถนะทางความร้อนจะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ จำนวนรอบของการขดไปมา อัตราการเติมสารทำงาน และได้พบว่าที่อัตราการเติมสารทำงาน 50 เปอร์เซ็นต์ ท่อความร้อนแบบสั่นจะทำงานได้ดีกว่าที่อัตราการเติมสารทำงานอื่น ๆจากการทดลองยังพบอีกว่าการเคลื่อนที่ของก้อนไอ และก้อนของของเหลว จะสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยความแตกต่างของความดันภายในท่อดังแสดงไว้ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการไหลของก้อนไอ (Vapor slug) ภายในท่อความร้อนแบบสั่น

รูปที่ 2 แสดงค่าความดันตามแนวรัศมีและค่าความดันตามแนวแกนของท่อเมื่อสารทำงานในท่ออยู่ในสภาวะที่ก้อนไอจะสามารถคงอยู่ภายในท่อได้ โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อความร้อนแบบสั่นที่เหมาะสมกับการเกิดก้อนไอ และก้อนของเหลว จะเป็นไปตามสมการที่ (1)

$$D_i \le 2\left(\frac{\sigma}{\rho g}\right)^{0.5} \quad (1)$$

เมื่อ

D_i = เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (m)

σ = แรงตึงผิว (N/m)

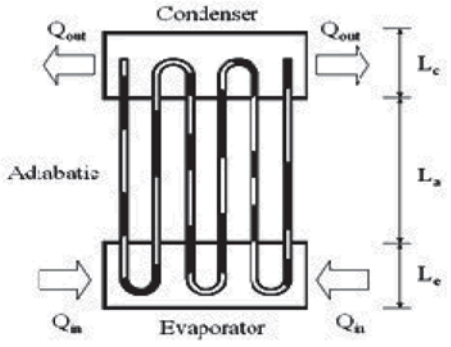
ρ = ความหนาแน่น(ของเหลว) (kg/m^3)

g = แรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)

การคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อจะต้องอาศัยคุณสมบัติของสารทำงานที่ใช้ในท่อความร้อนแบบสั่นเช่น แรงตึงผิว และ ความหนาแน่น ค่าทั้งสองต้องเป็นค่าที่อุณหภูมิทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นที่จะนำไปใช้งาน คำนวณจากผลรวมของอุณหภูมิของแหล่งความร้อนกับอุณหภูมิของแหล่งรับความร้อนหารด้วยสอง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อความร้อนแบบสั่นต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่คำนวณได้ หากเลือกใช้ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่โตกว่า การเกิดก้อนของเหลว และก้อนไอจะไม่เกิดขึ้น การเคลื่อนที่ของสารทำงานภายในท่อจะไม่ใช้การเคลื่อนที่แบบสั่น ท่อความร้อนนั้นๆจะไม่จัดอยู่ในกลุ่มของท่อความร้อนแบบสั่นเช่นกัน

2.1 ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด (Closed end oscillating heat pipe, CEOHP)

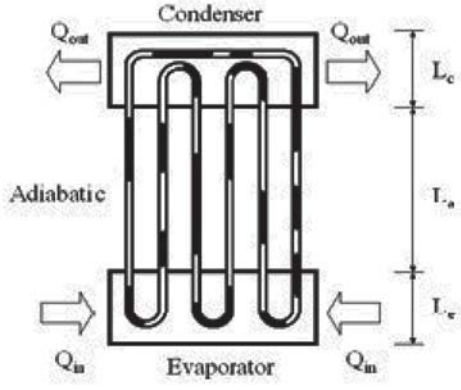
ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด ทำขึ้นมาจากท่อทองแดงยาวต่อเนื่องเป็นเส้นเดียวมีลักษณะขดกลับไปกลับมา เชื่อมปลายปิดทั้งสองข้าง โดยไม่มีวาล์วกันกลับและไม่ต่อปลายทั้งสองข้างเป็นวงรอบ ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดนี้มีข้อดีคือ สร้างและใช้งานง่ายเมื่อเทียบกับท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามประเภท ข้อเสียคือ ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนส่วนทำระเหยไปยังส่วนควบแน่นนั้นมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับท่อความร้อนแบบสั่นแบบอื่นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุจาก การเคลื่อนที่ของสารทำงานเคลื่อนที่เป็นจังหวะ กลับไปกลับมาสั่นๆ ระหว่างโค้งเลี้ยว ไม่เคลื่อนที่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพราะไม่สามารถกระจ่ายความดันภายในท่อนั่นเอง



รูปที่ 3 ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด

2.2 ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ (Closed loop oscillating heat pipe, CLOHP)

ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ ทำขึ้นมาจากท่อทองแดงยาวต่อเนื่องเป็นเส้นเดียวมีลักษณะขดกลับไปกลับมา เชื่อมปลายทั้งสองข้างต่อกันเป็นวงรอบ ไม่มีวาล์วกันกลับ



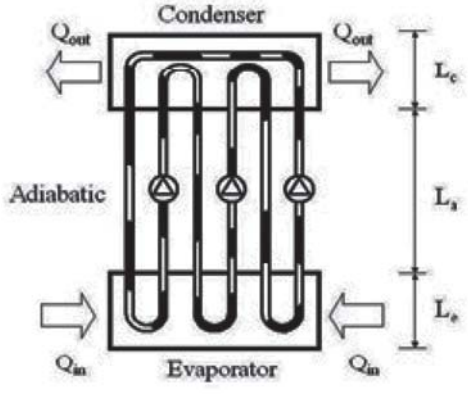
รูปที่ 4 ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ

ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบนี้ มีข้อดีคือ ถ่ายเทความร้อนได้ดี สร้างง่าย ข้อเสียคือ ยังถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดีมากนักในกรณีที่ต้องการท่อความร้อนที่ถ่ายเทความร้อนได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสารทำงานภายในท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบนั้นจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งไม่แน่นอน เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อน และ สะสมความดันภายในท่อ เมื่อถ่ายเทความร้อนที่ส่วนควบแน่นแล้ว สารทำงานภายในท่อควบแน่นกลายเป็นของเหลว อุณหภูมิสารทำงานภายในท่อลดลง สารทำงานจะหยุดการเคลื่อนที่ช่วงเวลาหนึ่ง และจะเคลื่อนที่อีกครั้งเมื่อสารทำงานภายในท่อได้

รับความร้อนอีกครั้งที่ส่วนทำระเหย เป็นสาเหตุเกิดการเคลื่อนที่ของสารทำงานไม่ต่อเนื่อง ทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนไม่ต่อเนื่องสม่ำเสมอ

2.3 ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ (Closed loop oscillating heat pipe with check valves, CLOHP/CV)

ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับทำขึ้นมาจากท่อทองแดงยาวต่อเนื่องเป็นเส้นเดียวมีลักษณะขดกลับไปกลับมา เชื่อมปลายทั้งสองข้างต่อกันเป็นวงรอบ ติดตั้งวาล์วกันกลับที่ส่วนกันความร้อนทำหน้าที่บังคับทิศทางการไหลของสารทำงานภายในท่อ สาเหตุที่ติดตั้งวาล์วกันกลับที่ส่วนกันความร้อนเนื่องจากส่วนกันความร้อนเป็นส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของก้อนของเหลวและก้อนไอมากที่สุด แต่ในส่วนทำระเหยและส่วนควบแน่นจะเป็นส่วนที่สารทำงานภายในท่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และเปลี่ยนสถานะจากไอกลายเป็นของเหลวมากกว่าการเคลื่อนที่ของสารทำงานภายในท่อ ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาลว์กันกลับนี้ มีข้อดีคือ ถ่ายเทความร้อนได้ดี รวดเร็ว สม่ำเสมอ ข้อเสียคือ ทำการสร้างเพื่อนำมาใช้งานยาก เนื่องจากต้องใช้วาล์วกันกลับที่มีขนาดเล็ก ต้องสร้างขึ้นมาใช้งานเฉพาะและเลือกใช้ให้มีขนาดเหมาะสมกัน จึงจะสามารถควบคุมทิศทางการไหลของสารทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 5 ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ

3.การประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนแบบสั่น

ท่อความร้อนแบบสั่นเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานหลากหลาย เนื่องจากท่อความร้อนแบบสั่นนั้นมีขนาดที่เล็กกะทัดรัดกว่าท่อความร้อนชนิดอื่นๆ สามารถดัดโค้ง เอียงเข้ารูปได้ตามต้องการ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับการระบายความร้อนออกจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีพื้นที่จำกัดได้ การประยุกต์ใช้งานในการแลกเปลี่ยนความร้อนจากแหล่งความร้อนต่างๆเพื่อนำความร้อนกลับมาใช้งานใหม่ โดยการประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนแบบสั่นนั้นก็จะมีการประยุกต์ใช้งานคล้ายกับท่อความร้อนแบบอื่นๆโดยสามารถแบ่งออกเป็นสี่กลุ่มดังนี้[11] การประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ การประยุกต์ใช้สำหรับระบายความร้อนในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ ประยุกต์ใช้สำหรับนำพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์มาใช้งาน และ การประยุกต์ใช้สำหรับการให้ความร้อนในรูปแบบต่าง ยกตัวอย่างงานวิจัยในอดีตที่นักวิจัยได้ทำการศึกษา เช่น การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของสารทำงานโดยการผงโลหะขนาดนาโนมาใช้งาน[5-6] การออกแบบและประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนแบบสั่น โดยการสร้าง และทดสอบสมรรถนะการใช้งานแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อความร้อนชนิดสั่นปลายปิด[7] การประยุกต์ใช้งานโดยการ สร้าง และทดสอบสมรรถนะการใช้งานท่อความร้อนชนิดสั่นแบบวงรอบที่ใช้ระบายความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำกับซีเมนต์ให้กับ กระบวนการหล่อคอนกรีต เพื่อเพิ่มคุณภาพคอนกรีตไม่ให้เกิดการแตกหักง่าย[8] การประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนโดย การสร้าง และทดสอบ เครื่องอุ่นน้ำป้อนชนิดท่อความร้อน แบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับสำหรับประหยัดพลังงานในการลดอุณหภูมิ และการอุ่นน้ำในกระบวนการล้างน้ำมันไบโอดีเซล[9] จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่กล่าวมานั้นมีการประยุกต์ใช้งานให้หลากหลายอุตสาหกรรม ซึ่งหากมีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับท่อความร้อนแบบสั่นอย่างเป็นระบบ ก็จะสามารถต่อยอดการใช้งานได้อย่างหลากหลายในอนาคต

4.สรุป

ท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามประเภทซึ่งประกอบไปด้วย ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด ท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบ และท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ ท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามชนิดมีคุณลักษณะในการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการนำไปใช้งานควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้จะเกิดประโยชน์สูงสุด และแนวโน้มการศึกษาวิจัยท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามประเภทในปัจจุบันพบว่ามีการพัฒนาเรื่องสารทำงานเป็นสารทำงานที่ผสมผงโลหะอนุภาคนาโน การประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์การแพทย์ การนำท่อที่ทำจากวัสดุอื่นที่ไม่ใช่โลหะมาใช้งานเป็นต้น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจหากจะมีการศึกษาเผยแพร่ และพัฒนาท่อความร้อนแบบสั่นทั้งสามประเภทให้เป็นที่รู้จัก และ นำไปใช้งานในทุกภาคส่วนต่อไป

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องวิจัยระบบทางความร้อน คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

6.เอกสารอ้างอิง

[1] Sampan Rittidech. Heat Pipe Technolgy. 1st ed. Mahasarakham Universuty Publishing. 2002. (In Thai).

[2] Sakulchangsatjatai P, Terdtoon P, Wongratana-phisan T, Kamonpet P, Murakami M. Operation modeling of closed-end and closed-loop oscillating heat pipes at normal operating condition. Applied Thermal Engineering. 2004; 24(7): 995-1008.

[3] Akachi H, Polasek F, Stulc P. Pulsatingheat pipe. In: Proceedingsofthe5th international heat-pipesymposium; Melbourne Australia 1996. p. 2081-7.

[4] Maezawa S. and others. Thermal Performance of Capillary Tube Thermosyphon," in Proceedings of the 4th International Heat Pipe Conference; USA.1996. p.791-795.

[5] Wanapakhe, S., Rittidech, S., Bubphachot, B. and Watanabe O. Heat transfer rate of a closed-loop oscillating heat pipe with check valves using silver nanofluid as working fluid .J. Mech. Sci. Technol. 2009; 23: 1576-82 .

[6] Sangiamsuk S, Rittidech S, Sichamnan S. Effects of silver nano-fluid concentration and working temperature for heat transfer characteristics of closed-loop oscillating heat pipe with check valves. Proceedings of the 9th International Heat Pipe Symposium. Monash University, Malaysia 2008. p.172-5.

[7] Rittidech S, Donmaung A, Kumsombut K. Experimental study of the performance of a circular tube solar collector with closed-loop oscillating heat-pipe with check valve (CLOHP/CV). Renew. Ener. 2009; 34: 2234–38.

[8] Jeong-Wan J, Chang-Hee K, Jong-Soo K, Tae-Jin Y. Hydration heat cooling of the mass concrete using oscillator heat pipe. Proceedings of 9th International Heat Pipe Symposium. Monash University, Malaysia; 2008. p. 345-51.