เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบเทอร์โมไซฟอน

Essentials oil distillation plant with thermosyphon

นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์, [1*] สัณหวัจน์ ทองแดง,[1] บัญชา ล้ำเลิศ,[1] จรัญ มงคลวัย[1], สมพร หงษ์กง[1]
Namphon Pipatpaiboon, [1*]Sanhawat Thongdang,[1] Buncha Lumlerd,[1] Jaran Mongkolvai [1],
Somporn Hongkong[1]

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้งานท่อเทอร์โมไซฟอนซึ่งเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่สามารถรับความร้อนจากแหล่งความร้อนส่งไปยังแหล่งรับความร้อนอื่นๆที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยการพาความร้อนของสารทำงานภายในท่อซึ่งสามารถกระจายความร้อนได้อย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ใช้ท่อเทอร์โมไซฟอนที่ทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 27 มม. หนา 0.75 มม. ความยาวรวม 500 มม. ใช้เอทานอนเป็นสารทำงาน จำนวน 5 แท่งติดตั้งเพิ่มในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and Steam distillation) โดยทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส 2,500 กรัม ต่อการกลั่นหนึ่งรอบ ใช้เวลากลั่นต่อเนื่อง 180 นาที เพื่อศึกษาการกระจายอุณหภูมิภายในหม้อกลั่น ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า และปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สามารถผลิตได้ จากการทดลองพบว่าเมื่อติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนเข้ากับหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหย ส่งผลโดยตรงต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้อย่างรวดเร็ว ส่วนปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลงและปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: เครื่องกลั่น, น้ำมันหอมระเหย, ยูคาลิปตัส, เทอร์โมไซฟอน

Abstract

This research present applications of thermosyphon. Thermosyphon was a heat exchanger device it can be transfer heat from heat source to heat sink quickly by heat convection of working fluids. This research used 5 thermosyphon mead from copper tube inner diameter 27 mm, wall thickness 0.75 mm, a total length of thermosyphon 500 mm ethanol as working fluids. 5 Thermosyphon installed inner boiler distillation (water and steam distillation type). With eucalyptus leaves 2500 g for distillation 180 minute. To study the temperature distribution of boiler distillation, Consumption of electricity and essential oils production compare with boiler distillation without thermosyphon and installed thermosyphon. From the experimental found when installed thermosyphon directly effect on temperature distributions, the electricity consumption unchanged and volume of essential oils increased significantly.

Keyword: Distillation plant, Essential oil, Eucalyptus, Thermosyphon

---

[1] อาจารย์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 47160

[1] Lecture Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Skon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47160

[*] Corresponding auther: Namphon Pipatpaiboon, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Skon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47160 042-734723-4
pipatpaiboon@hotmail.com

บทนำ

น้ำมันหอมระเหยเป็นที่นิยมใช้กันทั้งในและต่างประเทศในรูปแบบของน้ำมันหอมระเหยเพื่อนวดผ่อนคลายกล้ามเนื้อเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เช่น ส่วนประกอบของน้ำหอม ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ไล่แมลง[1] เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตน้ำมันหอมระเหยนั้นสามารถผลิตได้ด้วยกรรมวิธีทางเคมีและความร้อน การผลิตน้ำมันหอมระเหยจำนวนมากนิยมผลิตโดยอาศัยความร้อนช่วยในการต้มน้ำสร้างไอน้ำในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยและแหล่งพลังงานความร้อนที่นิยมใช้กันได้จากสามแหล่งคือ การใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงในการต้มกลั่นซึ่งวิธีนี้ต้นทุนต่ำแต่สูญเสียทรัพยากรธรรมชาติเป็นจำนวนมาก และควบคุมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ผลิตได้ค่อนข้างลำบากเนื่องจากความร้อนไม่สม่ำเสมอ ระบบการกลั่นแบบที่สองใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงระบบนี้เป็นที่นิยมเนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยได้ดีกว่าการกลั่นด้วยฟืน แต่ปัญหาเรื่องราคาเชื้อเพลิงก็ยังเป็นปัญหาสำหรับผู้ผลิตน้ำมันหอมระเหย ผลจากราคาก๊าซแอลพีจีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลาซึ่งระบบการกลั่นด้วยก๊าซแอลพีจีมีอุปกรณ์คล้ายกับการกลั่นด้วยฟืนเป็นเชื้อเพลิง แตกต่างกันที่แหล่งความร้อนเป็นการใช้เตาที่ใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิง ระบบการกลั่นแบบที่สามคือการกลั่นน้ำมันหอมระเหยระบบไฟฟ้าเป็นที่นิยมเนื่องจากสามารถควบคุมคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยได้ดีที่สุด ควบคุมอุณหภูมิได้คงที่สามารถทำการการกลั่นต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลานาน และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ข้อเสียต้นทุนในการสร้างเครื่องกลั่นมีราคาแพง ต้องใช้ผู้มีความรู้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องและต้นทุนด้านพลังงานของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยระบบไฟฟ้ามีราคาสูง

ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะแก้ปัญหาต้นทุนการกลั่นด้วยระบบไฟฟ้าโดยจะทำการพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยระบบไฟฟ้าให้สามารถกระจายความร้อนภายในหม้อกลั่นได้อย่างรวดเร็วเพิ่มประสิทธิภาพในการกลั่นให้สามารถกลั่นได้เร็วขึ้นยิ่งขึ้น และประหยัดพลังงานในการกลั่นเพื่อลดต้นทุนในการผลิตน้ำมันหอมระเหยด้วยระบบไฟฟ้าโดยอาศัยเทอร์โมไซฟอนซึ่งเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทรงกระบอกระบบปิดภายในเป็นสุญญากาศ[5] บรรจุสารทำงานทำหน้าที่รับความร้อนและถ่ายเทความร้อนจากปลายท่อด้านหนึ่งไปยังปลายท่ออีกด้านหนึ่งด้วยการพาความร้อนของสารทำงานภายในท่อ ช่วยในการกระจายความร้อนจากน้ำร้อนไปยังพืชสมุนไพรที่ทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยให้สามารถกระจายความร้อนอย่างรวดเร็วและเร่งปฏิกิริยาทางความร้อนภายในหม้อกลั่นให้ดียิ่งขึ้น ลดระยะเวลาในการกลั่นลดลงเพื่อลดการใช้พลังงานและลดต้นทุนการผลิตน้ำมันหอมระเหยของผู้ผลิตต่อไป

โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาของงานวิจัยนี้ เพื่อดำเนินการทดลองเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบเทอร์โมไซฟอนโดยจะทำการศึกษาการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบติดตั้งเทอร์โมไซฟอนเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบไม่ติดตั้งเทอร์โมไซฟอน ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ และเปรียบเทียบการกระจายความร้อนภายในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

วิธีการศึกษา

1. การสร้างและติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอน

งานวิจัยนี้ออกแบบและสร้างหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ ติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนที่ทำจากท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 27 มม. หนา 0.75 มม. ความยาวรวม 500 มม. ใช้เอทานอนเป็นสารทำงานอัตราการเติมสารทำงาน 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรส่วนทำระเหย งานวิจัยนี้กำหนดให้ท่อเทอร์โมไซฟอนมีความยาวส่วนทำระเหยส่วนควบแน่นเท่ากันคือ 200 มม.และส่วนกันความร้อน 100 มม. จำนวน 5 แท่ง ติดตั้งเพิ่มในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยและใช้ใบยูคาลิปตัสสับละเอียด 2500 กรัมเป็นวัสดุทดลอง และทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลในการ

วิเคราะห์ผล รายละเอียดท่อเทอร์โมไซฟอนและหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแสดงใน Figure 1 และ Figure 2

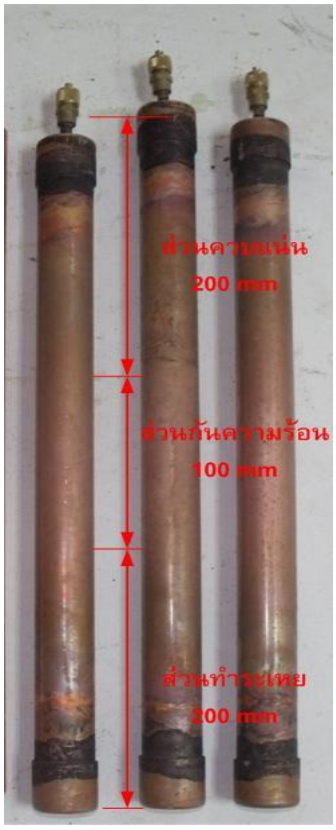

Figure 1 Thermosyphon

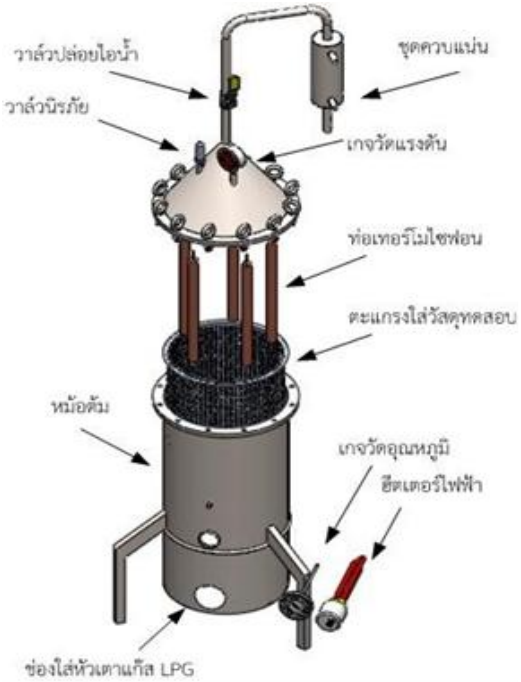

Figure 2 Essentials oil distillation plant

ส่วนประกอบของหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหย Figure 2 ประกอบไปด้วยส่วนของหม้อต้มขนาดบรรจุ 25 ลิตร ด้านล่างหม้อกลั่นสามารถเพิ่มเติมหัวเตาแก๊สแอลพีจีเป็นแหล่งพลังงานสำรองได้ ด้านข้างหม้อต้มติดตั้งเกจวัดอุณหภูมิเพื่อแสดงอุณหภูมิภายในหม้อต้มขณะทำการทดลอง และในการทดลองนี้ให้ความร้อนด้วยฮีเตอร์ไฟฟ้าที่ประกอบติดกับหม้อต้มภายในหม้อต้มมีตะแกรงสำหรับบรรจุวัสดุทดลองและยึดติดท่อเทอร์โมไซฟอนจำนวน 5 ท่ออยู่กับที่และในตำแหน่งที่ต้องการดังแสดงใน Figure7 ด้านบนหม้อต้มมีฝาปิดติดตั้งเกจวัดแรงดัน วาล์วนิรภัย และ วาล์วปล่อยไอน้ำเพื่อปล่อยไอน้ำให้ไหลไปยังชุดควบแน่น ควบแน่ไอน้ำให้กลายเป็นของเหลวเพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยต่อไป

2. การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองและการเก็บข้อมูลให้ตรงตามวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการทดลองโดยให้มีระบบทำความเย็นเพื่อผลิตน้ำเย็นสำหรับใช้ในการควบแน่น 10 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น 1.5 ลิตร/นาที อุปกรณ์ควบคุมฮีตเตอร์ควบคุมอุณหภูมิที่ 110 องศาเซลเซียส และหม้อกลั่นที่มีชุดควบแน่น ทำจากแผ่นสแตนเลส 304 หนา 3 มม.รายละเอียดแสดงใน Figure 3

Figure 3 Test rig

โดยรายละเอียดของอุปกรณ์การทดลองทั้งหมดในงานวิจัยนี้เมื่อนำมาประกอบทั้งหมดแสดงใน Figure

3 ประกอบไปด้วย อ่างน้ำเย็น(1) ที่สามารถควบคุมอุหภูมิได้ด้วยชุดควบคุมอุณหภูมิ(2) และน้ำเย็นที่ป้อนให้กับชุดควบแน่นควบคุมอัตราการไหลด้วย Flow meter(3) การทดลองและการควบคุมอุณหภูมิทั้งหมดถูกบันทึกข้อมูลด้วย Data logger(4) หม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยมีสวนของหม้อต้ม(6) ให้ความร้อนด้วยฮีตเตอร์(9) และควบคุมอุณหภูมิฮีตเตอร์ด้วยชุด Temp control(5) จากนั้นไอน้ำที่ได้จากการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยจากวัสดุทดลองจะถูกส่งไปยังชุดควบแน่น(7) และควบแน่นเป็นของเหลวลงในกรวยแยก(8) เพื่อทำการแยกน้ำมันหอมระเหยและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิเพื่อทำการศึกษาการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกลั่นแบบเดิมและเครื่องกลั่นที่ติดตั้งเทอร์โมไซฟอน แสดงใน Figure 4 และ Figure 5

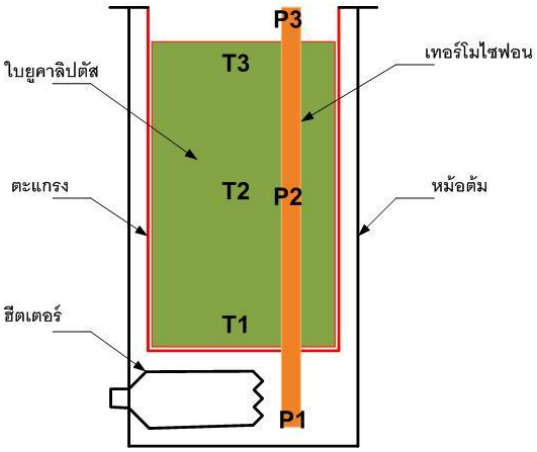

Figure 4 Position of measuring temperature

การทดลองครั้งนี้ใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูล Extech Datalogger 3-Chanel จำนวน 2 เครื่อง และใช้สายเทอร์โมคัปเปิ้ล type K ในการเชื่อมต่อจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิจำนวน 6 จุด โดยการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลศึกษาการกระจายความร้อนภายในตะแกรงวัสดุที่ทำการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยจะติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ล 3 จุด (T1 T2 และ T3) และติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ผิวท่อเทอร์โมไซฟอน 3 จุด (P1 P2 และ P3) เพื่อทำการศึกษาการส่งถ่ายความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอน โดยจะทำการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลที่ท่อเทอร์โมไซฟอนท่อที่อยู่ตำแหน่งตรงกลางหม้อกลั่นเพื่อทำการพิจารณา และเตรียมใบยูคาลิปตัสสำหรับการทดลองด้วยการสับหยาบดังแสดงใน Figure 5

Figure 5 Thermosyphon installation

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการกระจายความร้อนภายในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบเดิมไม่ติดตั้งเทอร์โมไซฟอนและแบบติดตั้งเทอร์โมไซฟอนโดยทำการเก็บข้อมูลภายในตะแกรงที่บรรจุใบยูคาลิปตัสเพื่อทำการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยดังแสดงใน Figure 5 และมีตำแหน่งการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิ้ล 3 จุด คือ T1 ด้านล่างตะแกรง T2 ตรงกลางตะแกรง และ T3 ด้านบนตะแกรง จากผลการทดลองพบว่าหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบเดิมที่ไม่ติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลใช้เวลา 50 นาที เพื่อทำให้อุณหภูมิทั้ง 3 ตำแหน่งเท่ากัน ในขณะที่หม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบติดตั้งเทอร์โมไซฟอนใช้เวลา 30 นาที อุณหภูมิทั้ง 3 ตำแหน่งภายในตะแกรงบรรจุวัสดุทดลองมีค่าอุณหภูมิเท่ากันและคงที่ รายละเอียดดังแสดงใน Figure 6

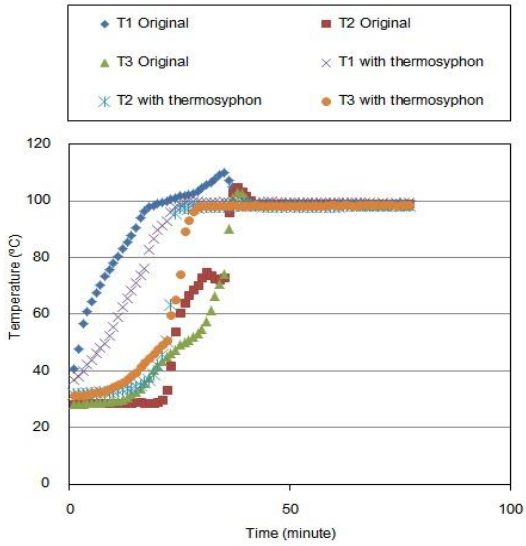

Figure 6 Temperature distributions in distillation pot

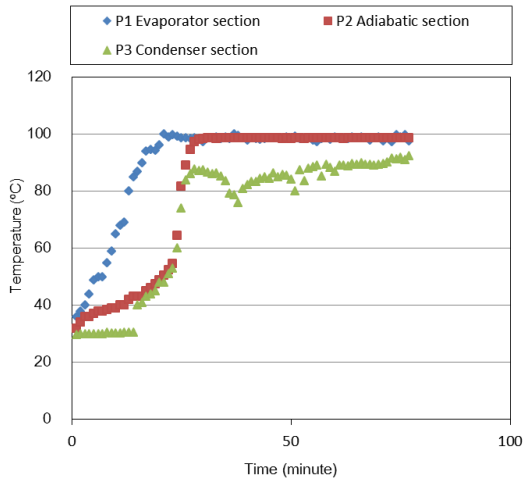

Figure 7 Surface temperature of thermosyphon

การถ่ายเทความร้อนของเทอร์โมไซฟอนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าท่อเทอร์โมไซฟอนสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีโดยสามารถถ่ายเทความรอนจากส่วนทำระเหยไปยังส่วนควบแน่นได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นสาเหตุให้หม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบติดตั้งเทอร์โมไซฟอนมีการกระจายอุณหภูมิได้ดีและทั่วถึงรายละเอียดดังแสดงใน Figure 7 เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เปรียบเทียบเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบเดิมไม่ติดตั้งเทอร์โมไซฟอนพบว่าการกลั่นแบบเดิมได้น้ำมันหอมระเหยโดยเฉลี่ย 3.63 ml.หรือ 0.145% เมื่อติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนเพิ่มเข้าไปในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยพบว่าสามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยได้เพิ่มขึ้นเป็น 3.76 ml. หรือ 0.150% ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Essential oil refined

Condition	sample (g)	Essential oil (ml)	Average (ml)	%
Original	2,500	3.6	3.63	0.145
	2,500	3.5		
	2,500	3.8		
With thermosyphon	2,500	3.7	3.76	0.150
	2,500	3.7		
	2,500	3.9		

ในส่วนของจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองทั้งสองแบบข้อมูลที่ได้พบว่าเมื่อทำการติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนเพิ่มเติมเข้าไปมีผลต่อการประหยัดพลังงานน้อยมาก คือการกลั่นแบบเดิมไม่ติดตั้งเทอร์โมไซฟอนใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 8.52 kWh คิดเป็นค่ากระแสไฟฟ้าต่อรอบการกลั่น 21 บาท เมื่อทำการติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานลดลงน้อยมากคือใช้พลังงานไฟฟ้า 8.23 kWh คิดเป็นค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 20.3 บาท อาจเป็นสาเหตุจากระยะเวลาตลอดการทดลองที่เท่ากันจึงไม่ส่งผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองพลังงานโดยตรงดังแสดงใน Table 2

Table 2 Energy consumption

Condition	Energy used (kWh)	Average (kWh)	Bath/kWh	Bath
Original	8.58	8.52	2.4649	21.0
	8.45			
	8.56			
With thermosyphon	8.32	8.23	2.469	20.3
	8.12			
	8.25			

วิจารณ์และสรุปผล

จากผลการทดลองพบว่าท่อเทอร์โมไซฟอนมีผลต่อการกระจายความร้อนภายในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยคือ สามารถกระจายความร้อนได้เร็วขึ้นจากเดิม 40% และส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจากเดิม 0.145% เพิ่มเป็น 0.150% อันเป็นผลมาจากการกระจายความร้อนไปยังวัตถุดิบภายในหม้อกลั่นอย่างรวดเร็วทำให้สามารถแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากวัสดุทดลองได้เร็วขึ้น และเมื่อพิจารณาจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ใช้กลับพบว่าการติดตั้งท่อเทอร์โมไซฟอนในหม้อกลั่นน้ำมันหอมระเหยไม่มีผลในส่วนของการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนค่าไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน ซึ่งควรทดลองและวิเคราะห์ผลส่วนนี้เพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องวิจัยระบบทางความร้อน สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร

เอกสารอ้างอิง

1. สมอ สาร, น้ำมันหอมระเหยสารสกัดจากสมุนไพรไทย.2545; 28(325): หน้า 3-6.
2. พิเชษฐ เทบำรุง และ สมศักดิ์ ระยัน. เครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยขนาดเล็ก.รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร, 2550.
3. ทวีศักดิ์ ทวีวิทยาการ. การออกแบบและทดลองเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบท่อความร้อน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.
4. พลเดช ทองขุนดำ. การออกแบบสร้างและทดลองอีโคโนไมเซอร์แบบท่อความร้อนสำหรับหม้อไอน้ำสำเร็จรูป.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.
5. Noie-Baghban, S.H., Majideian.G.R. Waste Heat Recovery Using Heat Pipe Heat Exchanger (HPHE) for Surgery Rooms in Hospitals. Applied Thermal Engineering. 2000; 20:1271-1282.
6. Solylemez, MS. On the thermo economical optimization of heat pipe heat exchanger HPHE for west heat recovery. Energy Manage 2003;44:2509-2517.
7. Yang , F., Yuan, X., Lin, G. Waste Heat Recovery Using Heat Pipe Heat Exchanger for Heating Automobile Using Exhaust Gas. Applied Thermal Engineering, 2003;23:367–372.
8. กนก อุไรสกุล. เครื่องกลั่นสารจากสมุนไพรบางชนิด. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา, 2545.