

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบและทดสอบเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบท่อความร้อน		
ชื่อผู้เขียน	นายทวิศักดิ์ ทวีวิทยาการ		
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล		
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ :	รศ.ดร.ประดิษฐ์	เทอดทูล	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร.สัมพันธ์	ไชยเทพ	กรรมการ
	ผศ.ดร.อภิวัฒน์	พลชัย	กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาถึงการออกแบบสร้างและทดสอบสมรรถนะของเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบท่อความร้อน เพื่อใช้กับหม้อไอน้ำขนาด 1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตลอดจนศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้เครื่องอุ่นน้ำป้อน โดยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอุ่นน้ำป้อน สำหรับหม้อไอน้ำขนาด 1,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเครื่องอุ่นน้ำป้อนมีขนาดหน้าตัดภายนอกโดยรวม $600 \times 1,400$ มิลลิเมตร สูง 1,000 มิลลิเมตร ประกอบด้วยท่อความร้อนทำด้วยท่อเหล็กไร้สนิมผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 25.4 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร จำนวน 78 ท่อ ใช้น้ำกลั่นบริสุทธิ์เป็นสารทำงาน โดยจัดเรียงท่อแบบวงเหลื่อมกันเป็น 5 แถว ๆ ละ 16 ท่อ จัดทำท่อทางเดินให้ก๊าซร้อนผ่านด้านส่วนระเหยขนาดหน้าตัด $700 \times 1,300$ มิลลิเมตร สำหรับด้านส่วนควบแน่นมีขนาด $500 \times 1,300$ มิลลิเมตร สูง 250 มิลลิเมตร และจัดทำให้น้ำป้อนไหลตามทางบังคับภายในส่วนควบแน่น ทำการทดสอบสมรรถนะโดยการแปรค่าอัตราความเร็วของน้ำป้อนในการทดสอบเครื่องอุ่นน้ำป้อนเป็น 10, 20, 30 และ 40 ลิตรต่อวินาที โดยควบคุมอุณหภูมิของน้ำป้อนก่อนเข้าด้านส่วนควบแน่นของเครื่องเท่ากับ 30°C ทำการแปรค่าอัตราความเร็วของก๊าซร้อน จาก 0.372, 0.404 และ 0.429 เมตรต่อวินาที ซึ่งอุณหภูมิก๊าซร้อนก่อนเข้าด้านส่วนระเหยของเครื่องแปรค่าจาก 180, 230, 280 และ 330°C ตามลำดับ ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องอุ่นน้ำป้อนพบว่า อิทธิพลของความเร็ว (ตัวเลขเรย์โนลด์) เมื่ออัตราส่วน Re_p/Re_c มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอัตราส่วนการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากคอนเดนเซอร์จะลดลง ตามความสัมพันธ์ดังสมการเชิงเส้น คือ $Q = A (Re_p/Re_c) + B$ และในทำนองเดียวกัน อัตราส่วน Re_p/Re_c มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าประสิทธิภาพก็จะ

ลดลงเช่นกัน แต่ถ้าอุณหภูมิของก๊าซร้อนสูงขึ้น ค่าประสิทธิภาพก็จะสูงขึ้นด้วย ตามความสัมพันธ์
ตั้งสมการเชิงเส้น คือ $E = A (Re_p/Re_c) + B$ และจำนวนหน่วยของอัตราการถ่ายเทความร้อน (NTU)
มีค่ามากขึ้น ค่าประสิทธิภาพก็เพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์ตั้งสมการเชิงเส้น คือ $E = A (NTU) + B$ ซึ่ง
ค่าสัมประสิทธิ์ A และค่าคงที่ B จะแตกต่างกันไปตามกรณีทดสอบ การวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิง
เศรษฐศาสตร์ ได้ค่าประหยัดคิดเป็นน้ำมันเตาเกรดซีเท่ากับ 4,748 ลิตรต่อปี และคิดเป็นจำนวนเงิน
ที่ประหยัดได้เท่ากับ 19,700 บาทต่อปี มีอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return; IRR)
12.8% หรือช่วงเวลาของเงินทุนกลับคืน (Payback period) คือ 7 ปี

Thesis Title	Design and Testing of a Heat Pipe Economizer	
Author	Mr. Taweesak Taweewithyakarn	
M. Eng.	Mechanical Engineering	
Examining Committee	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Chairman
	Asst. Prof. Dr. Sumpun Chaitep	Member
	Asst. Prof. Dr. Apiwon Polchai	Member

Abstract

This research presents a case study to design, construct and test a heat pipe economizer. It was designed to use with a 1,000 kg/hr steam boiler and find out the economic feasibility of using this device. The heat pipe economizer had the physical size of the total outside cross section area of $600 \times 1,400$ mm and 1,000 mm height. The heat pipes were made of smooth stainless steel tubes with the outside diameter of 25.4 mm and 1 mm wall thickness with a total of 78 tubes. The working fluid was distilled water. The heat pipes were arranged in the form of staggered tubes of 5 rows, each row consisted of 16 tubes. The flue gas passed through the evaporator face cross section area of $700 \times 1,300$ mm and the feed water passed through the condenser which face cross section area of $500 \times 1,300$ mm and 250 mm height. The controlled flow rate of the feed water was supplied through the condenser passages. In testing performance, flow rate of the feed water was set at 10, 20, 30 and 40 litres/min and controlled inlet feed water temperature at 30°C . The average flow speed of the flue gas was set at 0.372, 0.404 and 0.429 m/sec respectively, whereas the flue gas temperature was set at 180, 230, 280 and 330°C respectively.

Test results showed that the increasing of Re_h/Re_c ratio with respect to the decreasing of heat transfer rate from the condenser can be represented by the linear equation in the form of

$Q = A (Re_h/Re_c) + B$. Similarly, it was also found that the effectiveness decreasing with the increasing of the Re_h/Re_c ratio. On the other hand, increasing the flue gas temperature also increased the effectiveness, which was represented by the linear equation in the form of $\epsilon = A (Re_h/Re_c) + B$. It was also found that the number of transfer units (NTU) increased with the higher value of the effectiveness, representing by the linear equation in the form of $\epsilon = A (NTU) + B$. The values of coefficient A and constant B were varied depend on the setting up conditions of the experiments.

The economic analysis showed that the heavy fuel oil (Grade C) was saved approximately 4,748 litres per year or equivalent to 19,700 baht per year (at the fuel cost of 4.15 baht per litre) and internal rate of return (IRR) 12.8 % or a payback period of 7 years.