

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบและสร้างเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนสำหรับหม้อไอน้ำสำเร็จรูป	
ชื่อผู้เขียน	นายวิจิตร วุฒิจำนงค์	
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร.วิวัฒน์ คล่องพานิช	กรรมการ
	ผศ.ดร.สัมพันธ์ ไชยเทพ	กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนสำหรับหม้อไอน้ำสำเร็จรูปขนาดกำลังผลิตไอน้ำ 1 ตันต่อชั่วโมง โดยตรวจวัดข้อมูลของหม้อไอน้ำของโรงแรมพรพิงค์ทาวเวอร์ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีอัตราผลิตไอน้ำเพื่อใช้งาน 0.166 ตันต่อชั่วโมง อุณหภูมิไอเสียเฉลี่ย 231°C ที่อัตราการไหล 692.72 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ ได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบเครื่องอุ่นอากาศแบบเทอร์โมไซฟอนที่เหมาะสมที่สุดโดยอ้างอิงจากแนวทางการคำนวณของ ESDU หมายเลข 81038 โดยใช้ภาษา Turbo Pascal 7.0 เขียน เงื่อนไขในการเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุดจะใช้ค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและค่าส่งถ่ายพลังงานต่อหน่วยราคา (EbyC) ที่เหมาะสมประกอบการตัดสินใจของผู้ออกแบบ นำข้อมูลที่ตรวจวัดได้มาป้อนให้กับโปรแกรมและพบว่าข้อมูลที่ดีที่สุดคือ ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 27.2 มิลลิเมตร มีความยาวส่วนทำระเหย และส่วนควบแน่น 400 มิลลิเมตร มีครีบท่อสูง 10 มิลลิเมตร ความหนาของครีบท่อ 0.4 มิลลิเมตร จำนวน 8 ครีบท่อความยาวท่อ 1 นิ้ว ทั้งสองส่วน จำนวน 30 ท่อ ใช้น้ำเป็นสารทำงาน จะได้อุณหภูมิขาออกของไอเสียเมื่อผ่านเครื่องอุ่นอากาศ 141.2°C ซึ่งเป็นการเลือกให้อุณหภูมินี้สูงกว่าอุณหภูมิน้ำค้างของสารประกอบซัลเฟอร์ที่มากับไอเสีย (117°C) เนื่องจากกรรมวิธีของการเคลือบผิวภายนอกของท่อ

ความร้อนยังไม่ดีพอและราคาการเคลือบยังสูงจึงไม่คุ้มค่าที่จะนำมาเคลือบที่ผิวท่อ คาดว่าจะได้ค่าประสิทธิภาพ 45 เปอร์เซ็นต์ และ EbyC เป็น 0.62 วัตต์ต่อบาท ทำการสร้างเครื่องอุ่นอากาศดังกล่าวและทำการทดสอบพบว่าได้ค่าประสิทธิภาพ 58 เปอร์เซ็นต์ และทดสอบที่การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิขาเข้าไอเสียที่ 100, 120, 160, 200 และ 240°C อัตราการไหลของไอเสียที่ 300, 500 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ 30, 40, 50 และ 60°C และอัตราการไหลของอากาศที่ 500 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พบว่าค่าประสิทธิภาพของเครื่องอุ่นอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 35 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ และค่าต่างๆเข้ากันได้ดีกับข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ที่ค่าความเป็ยเบน 8 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อทดสอบตามการทำงานของหม้อไอน้ำตัวอย่างพบว่าเครื่องอุ่นอากาศที่สร้างขึ้นสามารถดึงพลังงานความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสียได้วันละ 174 กิโลวัตต์ นำมาคำนวณจะพบว่าสามารถคืนทุนได้ภายในเวลาประมาณ 1,000 วัน ที่ค่า Internal rate of return (IRR) 27 เปอร์เซ็นต์ ความดันตกคร่อมเครื่องอุ่นอากาศที่ 7 Pa ความดันตกคร่อมรวมทั้งระบบ 56.28 Pa จึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในการดึงความร้อนสูญเสียจากไอเสียของหม้อไอน้ำสำเร็จรูป

Thesis Title	A Design and Construction of Heat Pipe Air Pre-Heater for Package Boiler	
Author	Vijit Wuttijumnong	
M.Eng	Mechanical Engineering	
Examining Committee :	Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon	Chairman
	Asst. Prof. Dr. Wiwat Klongpanich	Member
	Asst. Prof. Dr. Sumpun Chaitep	Member

ABSTRACT

The purpose of this study was to design and construct a heat pipe air pre-heater for package boiler with a capacity of 1 ton per hour. The operating data was obtained from a steam boiler with a steam production capacity of 0.166 ton per hour at The Pumping Tower Hotel in Chiang Mai, Thailand and used as basis in designing the heat pipe air pre-heater. The average temperature of flue gas was 231°C at a flow rate of 692.72 m³/hr. The computer program used to design the thermosyphon air pre-heater was Turbo Pascal version 7.0, and ESDU 81038. The optimum specifications for the air pre-heater was selected by comparing the heat transfer effectiveness as well as ratio of transfer energy and cost of the air pre-heater (EbyC) and finally the considered opinion of the designers. In the experiment, the condenser and the evaporator consisted of 30 steel pipes, 400 mm. in length with an OD. of 27.2 mm. The selected pipes had eight, 10 mm. height steel fins per inch along the two sections. The working fluid used in the experiment was water. The exhaust gas from the air pre-heater was 141.2°C higher than the dew point temperature of the Sulfer compound (117°C). When considering available

technology and the cost of coating the surface, the coated surface pipe was considered too expensive. Therefore, uncoated pipes were used. The results were expected to show an effectiveness of 45 percent and an EbyC of 0.62 watt per baht. However, at the conclusion of the experiment it was found that the effectiveness of air pre-heater was 58 percent. Test conditions for the air pre-heater were set according to the following criteria; flue gas inlet temperatures of 100, 120, 160, 200 and 240°C, flue gas flow rates of 300, 500 and 700 m³/hr, fresh air inlet temperatures of 30, 40, 50 and 60°C, and fresh air flow rates of 500 and 700 m³/hr. The pre-heater was found to be between 35 to 65 percent effective which closely matched the computer program's prediction. Tests, which mimicked normal working conditions of the boiler, showed that 176 kilowatts per day of waste heat could be recovered from the flue gas. It was calculated that investment costs could be recovered in about 1,000 days and the internal rate of return (IRR) was 27 percent. Pressure drop across the air pre-heater was 7 Pa and across the system as a whole was 56.28 Pa. It can be concluded that a heat pipe air pre-heater is suitable for the recovery of waste heat flue gas from package boiler working at a rate of 1 ton per hour.