

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การออกแบบสำหรับการป้องกันการกัดกร่อนของท่อในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอน		
ชื่อผู้เขียน	นายถนัด เกษประดิษฐ์		
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล		
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ประดิษฐ์	เทอดทูล	ประธานกรรมการ
	รศ.ดร. สมชาย	ทองเต็ม	กรรมการ
	อ.ดร.ภัทรพร	ตันตาคม	กรรมการ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยคำนวณในการออกแบบการป้องกันการกัดกร่อนของท่อในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเทอร์โมไซฟอน ซึ่งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ทำหน้าที่ดึงความร้อนสูญเสียจากหม้อไอน้ำซึ่งมีสภาวะการทำงานไอเสียร้อนที่อุณหภูมิ 225 องศาเซลเซียส ได้จากการเผาไหม้ของน้ำมันเตาเกรด A มีน้ำมันดีเซลผสม 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรจึงทำให้มีการกัดกร่อนที่ผิวด้านนอกของท่อเทอร์โมไซฟอนสูง วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมไซฟอนสำหรับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมี 3 ชนิด ได้แก่ เหล็กทองแดง และอะลูมิเนียม ลักษณะของท่อแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ส่วนทำระเหยมีครีบริบและไม่มีครีบริบ วัสดุที่ใช้ทำครีบริบเป็นชนิดเดียวกับท่อโดยเป็นครีบริบกลม (Circular finned) วิธีที่ใช้ในการป้องกันการกัดกร่อนและด้านในท่อมี 8 วิธี ได้แก่ 1.) เคลือบสี 2.) เคลือบอีนามัล 3.) เติมสารยับยั้งการกัดกร่อน (Na_2HPO_4) ปริมาณ 20 ppm ลงในสารทำงาน 4.) เผาท่อที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 5.) เคลือบสีพร้อมทั้งเติมสาร (Na_2HPO_4) ปริมาณ 20 ppm ลงในสารทำงาน 6.) เคลือบสีพร้อมทั้งเผาท่อ 7.) เคลือบอีนามัลพร้อมทั้งเติมสาร (Na_2HPO_4) ปริมาณ 20 ppm ลงในสารทำงาน 8.) เคลือบอีนามัลพร้อมทั้งเผาท่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์หาวิธีออกแบบป้องกันที่เหมาะสมจากโปรแกรมโดยพิจารณาจากเวลาทำงานของเครื่องแลกเปลี่ยน การกัดกร่อนของท่อ และราคาค่าใช้จ่ายรวมสำหรับการป้องกัน นอกจากนี้ยังวิเคราะห์หาเวลาทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสมในแต่ละวิธี รวมทั้งหาค่าใช้จ่ายรวมโดยใช้ข้อมูลของ ขวัญชัย ไกรทอง (2541), ประชา ยืนยงกุล (2541), Terdtoon at.al. (2540), ถนัด เกษประดิษฐ์ (2543), ปิยะนันท์ เจริญสุวรรณ (2541) พบว่า 1.) เวลาทำความสะอาดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับ ราคาทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยน และสภาวะการทำงานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เช่น ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดเครื่องแลกเปลี่ยนคือ 10 บาทต่อตารางเมตร จะพบว่าเวลาทำความสะอาดของท่อเหล็กครีบริบเหล็กที่มีขนาด 0.0217 เมตรคือ 88 ชั่วโมง 2.) การป้องกันการกัดกร่อนของเครื่องอุ่นน้ำป้อนโดยเคลือบสีที่ความหนา 0.3 มม. จะเป็นวิธีป้องกันการกัดกร่อนโดยมีราคาธรรมสำหรับการป้องกันการกัดกร่อนต่ำที่สุด 3.) วิธีที่ใช้ป้องกันการกัดกร่อนทั้งภายในและภายนอกที่เหมาะสมสำหรับ

การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถแบ่งตามเวลาที่ใช้ในการออกแบบ คือ ก). ท่อเหล็ก เวลาภายใน 1.71 ปี ไม่ต้องป้องกัน เวลาภายใน 8.83 ปี ต้องป้องกันภายนอกทั้งท่อธรรมดาและท่อครีบโดยการเคลือบสีที่ความหนา 0.3 มม. และเติมสารยับยั้ง Na_2HPO_4 ลงในสารทำงานปริมาณ 20 ppm และเวลาภายใน 8.83 ปีขึ้นไป ต้องป้องกันภายนอกทั้งท่อธรรมดาและท่อครีบโดยการเคลือบอินามลที่ความหนา 0.19 มม. และป้องกันการกัดกร่อนภายในท่อ โดยการเติมสารยับยั้ง Na_2HPO_4 ลงในสารทำงานปริมาณ 20 ppm ข). ท่อทองแดง ระยะเวลา 20 ปีไม่ต้องป้องกันผิวภายนอกแต่ควรป้องกันการกัดกร่อนภายในโดยการเติมสารยับยั้ง Na_2HPO_4 ลงในสารทำงานปริมาณ 20 ppm ค). ท่ออะลูมิเนียม ภายในระยะการทำงาน 20 ปี ไม่ต้องป้องกันการกัดกร่อนภายนอก และสำหรับการป้องกันการกัดกร่อนภายในไม่มีวิธีป้องกันการกัดกร่อนที่เหมาะสม

Thesis Title

A Design for Pipe Corrosion Protection in Thermosyphon Heat Exchanger

Author

Thanad Katpradit

M.Eng.

Mechanical Engineering

Examining Committee :

Assoc. Prof. Dr. Pradit Terdtoon

Chairman

Assoc. Prof. Dr. Somchai Thongtem

Member

Lect. Dr. Pattaraporn Tantakom

Member

ABSTRACT

This paper presents the design of computer programs that will help in calculating and testing factors involved in the protection against corrosion in thermosyphon heat exchangers. The program simulated thermosyphon heat exchangers using recovered exhaust gas at a temperature of 225 °C from a boiler, using a mixture of grade A heavy fuel and 20 percent diesel by volume, which would produce high levels of corrosion on the external surface of a thermosyphon. The programs simulated thermosyphons were made from three materials; iron, copper and aluminum, using two types of evaporator sections, employing normal tubes or circular fined tubes. All components of the circular fined tubing was of the same material. Eight methods of protection from both internal and external corrosion were simulated and tested namely: 1.) paint coating 2.) enamel coating 3.) adding an inhibitor Na_2HPO_4 at 20 ppm to the working fluid 4.) burning a tube at 550 °C for 1 hour 5.) paint coating together with Na_2HPO_4 added to the working fluid, as an inhibitor, at 20 ppm 6.) paint coating and burning a tube at 550 °C for 1 hour 7.) enamel coating together with Na_2HPO_4 added to the working fluid, as an inhibitor, at 20 ppm 8.) enamel coating and burning a tube at 550 °C for 1 hour. The programs analyzed the various designs and protection methods under different conditions and operating times and calculated total cost of the different corrosion protection methods tested and the most appropriate method of corrosion protection. Analysis of optimum cleaning times in heat exchangers for each method as well as total cost was assessed using experimental data. Simulations carried out by the computer found that: 1) The optimum time for cleaning depended on the cost of cleaning and operating conditions of a thermosyphon heat exchanger. For example, if the cleaning cost of an iron-tubed thermosyphon with iron fins was 10 baht per meter squared, the optimum cleaning time for a heat exchanger with an OD. of 0.0217 m. was 88 hours. 2) The most cost efficient method for corrosion protection of the different methods tested in a thermosyphon heat

exchanger was paint , coated at a thickness of 0.3 mm. 3) Appropriate corrosion protection methods used both internally and externally were usually governed by operating times. as can be seen by the following: A). Iron tubed thermosyphons, At operating times of up to 1.17 years no coating is required. At operating times of up to 8.83 years a paint coating of 0.3 mm for both normal and finned tubes with Na_2HPO_4 at 20 ppm added to the working fluid as an inhibitor is required. At operating times of more than 8.83 years an enamel coating of 0.19 mm for both normal and finned tubes with Na_2HPO_4 at 20 ppm added to the working fluid as an inhibitor is needed. B). Copper tubed thermosyphons, At operating times of 20 years, no external coating is required but internal protection is preferable by adding Na_2HPO_4 at 20 ppm to the working fluid as an inhibitor. C). Aluminum tubed thermosyphons, At operating times of 20 years no protection internally or externally is needed.