ملخص أطروحة الدكتوراه بعنوان

تحسين أداء المبادلات الحرارية الهوائية لتبريد زيت الضواغط التوربينية من خلال تنظيم حقل جريان الهواء

اسم الطالب

م. نادين بصمةجي

المشرف

أ. د.م. علي خلوف

القسم والاختصاص

قسم: الميكانيك العام

اختصاص: ميكانيك الموائع

الملخـــــص

تُستخدم مبرّدات الزيت في معامل ضخ الغاز وهي مبادلات حرارية هوائية تضمن التشغيل الموثوق للضواغط التي تقوم بضخ الغاز الطبيعي. يُعد تحسين كفاءة عمل المبادلات الحرارية الهوائية هدفاً دائماً للبحث العلمي بسبب علاقته المباشرة بمعدل استهلاك الطاقة أثناء عملية ضخ الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى تأثيرها على وثوقية الضواغط التوربينية لضخ الغاز. يهدف البحث الى تحسين شروط التبادل الحراري من خلال التحكم بحقل الجريان إضافة إلى تحديد المجالات المثلى للبارامترات الهندسية والتشغيلية التي تضمن أفضل أداء للمبادل الحراري، وبالتالي رفع أداء المبادل الحراري الهوائي ضمن شروط التشغيل المدروسة. تمت الدراسة في هذا البحث وفق منهج يعتمد على أساس نظري ودراسة حاسوبية باستخدام برنامج ANSYS Fluent. إن درجة حرارة خروج الهواء الوسطية في وضع العمل الحالي للمبادل الحراري حيث يتم دخول الهواء أفقياً 42.16 °C ، ازدادت هذه القيمة من أجل قيم زوايا دخول موجبة أي عندما كان اتجاه دخول الهواء نحو الأعلى وتبلغ أعلى قيمة لدرجة حرارة خروج الهواء الوسطية من أجل زاوية دخول °α=47 حيث تبلغ القيمة العظمى للفعالية ε=0.676. أدى وجود صفائح التوجيه إلى انتظام حقل سرعة الهواء عند مدخل سطح التبادل الحراري بشكل أكبر مما هو عليه بدون وجود الصفائح، بالتالي تزداد عملية التبادل الحراري في مبرد الزيت. إن استخدام صفائح التوجيه أدى الى زيادة فعالية المبادل لكن يمكن أن تكون التكلفة أكبر، إن تركيب الصفائح بشكل طولاني في المبادل أعطت أداء أفضل حيث ازدادت الفعالية بنسبة 8.5% عن الحالة التي يعمل بها حالياً.

PhD dissertation summary

Improving the Performance of Air-Cooled Heat Exchangers for Cooling Turbine Compressor Oil through Regulating the Airflow Field

Student Name

Nadin Bassmaji

Supervisor

Dr. Ali Khallouf

Department

Department of General Mechanical Engineering

Summary

Air-to-air heat exchangers, particularly oil coolers, play a critical role in ensuring the reliable operation of compressors in gas pumping stations. Their efficiency directly influences energy consumption during natural gas transportation and impacts the operational reliability of gas-pumping compressors. Enhancing the performance of such heat exchangers remains a key focus of scientific research due to its implications for both energy efficiency and system reliability. This study investigates strategies to optimize heat exchange conditions in air-to-air heat exchangers by examining the flow field and identifying optimal engineering and operational parameters. The research specifically aims to enhance the performance of an air-cooled heat exchanger under typical operating conditions. The results indicate that the average outlet air temperature in the current operating configuration, with horizontal air inlet flow, is 42.16°C. This temperature increases with upward air inlet angles, achieving a maximum outlet temperature at an inlet angle of α=47°, corresponding to the highest efficiency value of ε=0.676. The introduction of guide plates significantly improved the uniformity of the air velocity field at the heat exchanger inlet, enhancing the heat exchange process in the oil cooler. While the use of guide plates incurred additional costs, their longitudinal installation within the heat exchanger demonstrated superior performance, increasing efficiency by 8.5% compared to the current operating condition. These findings provide valuable insights into optimizing air-cooled heat exchangers for oil cooling in gas-pumping applications, offering a pathway toward improved energy efficiency and operational reliability.