جامعة الموصل

كلية الهندسة

تأثير خشونة سطح الأنبوب الداخلي على أداء مبادل حراري مزدوج الأنبوب

وفاء عبد الرزاق أحمد يونس الحافظ

رسالة ماجستير

الهندسة الميكانيكة

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. عدنان محمد عبد الله الصفاوي

1444هـ **2023م**

الخلاصة

تتضمن هذه الرسالة دراسة تجريبية لمعرفة تأثير خشونة السطح الخارجي للأنبوب الداخلي لمبادل حراري مزدوج الأنبوب متعاكس الجريان، في أدائه الحراري وهبوط الضغط على طرفيه. وقد صُنع جهاز مختبري لاختبار أربعة مبادلات حرارية أحدها سطح أنبوبه الداخلي أملس خشونته النسبية (8.93×10^{-6})، والثلاثة الأخرى ذات أسطح مخشنة بدرجات خشونة نسبية مختلفة هي (8.56×10^{-4}) و(1.38×10^{-3}) و (1.99×10^{-3}). واستعملت الأنابيب النحاسية في تصنيع المبادلات، وكان القطر الداخلي لأنبوب المبادل الداخلي (14.63mm) وسمكه (1.245mm)، والقطر الداخلي للأنبوب الخارجي للمبادل (26.924mm)، أما طول أنبوب المبادل فكان (115cm). استعمل الماء الساخن ليجري في الأنبوب الداخلي للمبادل بدرجة حرارة دخول (50±2 °C) ولثلاث معدلات للجريان (4l\min,3,2)، ويجري الماء البارد في الحيز الذي بين أنبوبي المبادل بدرجة حرارة دخول (15±2 °C) ولاربع معدلات جريان (4l\min,3,2,1).

وأظهرت النتائج أن لخشونة السطح تأثيراً في أداء المبادل إذ إن كل من معدل انتقال الحرارة وفاعلية المبادل الحراري ازداد مع ازدياد خشونة السطح، ووصلت أعلى نسبة تحسين في معدل انتقال الحرارة (49.12%) وأعلى نسبة تحسين في فاعلية المبادل (28.76%) للمبادل المخشن بخشونة نسبية (1.99×10^{-3}) ومعدل جريان حجمي (4 l\min) للماء البارد مقارنة مع الأنبوب الأملس. كما أظهرت النتائج أن هبوط الضغط على طرفي المبادل يزداد مع ازدياد خشونة السطح، ويسبب ذلك زيادة قدرة الضخ المطلوبة . وأعلى نسبة زيادة في هبوط الضغط وقدرة الضخ وصلت (15.85%) و(38.98%) على التوالي للمبادل المخشن بخشونة نسبية (1.99×10^{-3}) ومعدل جريان حجمي (4 l\min) للماء البارد مقارنة مع الأنبوب الأملس.

University of Mosul
College of Engineering
Department of Mechanical Engineering

Effect of Inner Pipe Surface Roughness on the Performance of Double Pipe Heat Exchanger

Wafaa Abdulrazaq Ahmed Younis Alhafidh

M.Sc. / Thesis
in Mechanical Engineering

Supervised by
Assistant Professor
Dr. Adnan M. Al-Saffawi

2023 A.C. **1444 A.H.**

Abstract

This research includes an experimental study to find out the effect of the outer surface roughness of the inner tube of double-pipe counter-flow heat exchanger, on its thermal performance and pressure drop on its ends. A laboratory device was manufactured to test four heat exchangers, of different tube relative surface roughness which are (8.93 $\times 10^{-6}$ smooth), (8.56×10^{-4}), (1.38×10^{-3}) and (1.99×10^{-3}). Copper tubes are used for manufacturing the heat exchangers. The inner diameter of the inner and outer tubes is (14.63mm) and (26.924mm) respectively, and the heat exchanger has a length of (115cm). Hot water is used to flow in the inner tube of the exchanger with an inlet temperature of (50±2ºC) and three flow rate $(4\ l\backslash\min,3,2)$, cold water is flowing through the space between the two tubes of the exchanger at an inlet temperature (15±2ºC) and four flow rate $(4\ l\backslash\min,3,2,1)$.

The results showed that the surface roughness has an effect on the performance of the exchanger. The heat transfer rate and the efficiency of the heat exchanger increased with the increase in surface roughness. The highest percentage improvement in the heat transfer rate reached (49.12%) and the highest rate of improvement in the effectiveness reached to (28.76%) for the roughened exchanger with relative roughness (1.99×10^{-3}) and volumetric flow rate (4 l/min) for cold water compared to the smooth tube. Also, the results showed that the pressure drop was increased when the tube roughness was increased, and as a result, the required pumping power was increased. The highest increase in pressure drop and pumping power reached (15.85%) and (38.98%) respectively for the roughened exchanger with relative roughness (1.99×10^{-3}) and volumetric flow rate (4 l/min) for cold water compared to the smooth tube.