

الخلاصة

هذا العمل يتضمن تقييم خزان حراري يركز على مبدأ تقنية خزن الطاقة الحرارية كحرارة محسوسة باستخدام إحدى هذه المعادن كمادة للأنايبب: الفولاذ، النحاس، البراص أو الألمنيوم كوسط للخرن وذلك لسعاتها العالية في خزن الحرارة.

لقد تم تطوير النموذج الرياضي ليتنبأ بأداء وحدة الخزن خلال فترة التصريف من الخزان الحراري. لقد فرضت عملية التصريف على أنها تمدد آيزنثروبي سريع للهواء كغاز مثالي من خزان مضغوط أثناء اشتغال نفق التفريغ السريع حول الصوتي. أن سريان الهواء كان يمر خلال المصفوفة الحرارية التي تتألف من (١٣٠) أنبوب رقيق الجدار ناعم السطح بأقطار داخلية (٤,٠٥ ملم) كحزمه. أعتمد النموذج على حل معادلة الطاقة للحالة غير المستقرة مع معادلة السعة الحرارية المتكاملة معا في جريان ذي بعد واحد مع ظروف حدية مناسبة باستخدام الفروقات المتناهية البسيطة لإيجاد درجات حرارة الهواء وجدار الأنبوب كدالة للزمن ولمسافة الأنبوب المحورية. أثناء التمدد السريع تتخفض درجة الحرارة بسرعة. لذلك فإن الهدف من هذا البحث هو لدراسة إمكانية استخدام المبادل الحراري ذو حزمة الأنايبب كوسيلة لموازنة الانخفاض الحاصل في درجات الحرارة أكبر ما يمكن. لقد تم تطوير العلاقات للتنبأ بالارتفاع والانخفاض في درجات الحرارة داخل الخزان الحراري وزمن التشغيل للتطبيق عندما تكون الظروف الابتدائية للهواء والأنايبب، معدل سريان الهواء والضغط الركودي النهائي داخل الخزان محددة.

لقد تم تنفيذ التحليل لتقييم انتقال الحرارة بين حزمة الأنايبب والهواء المتدفق المضطرب اللاأنضغاطي متكامل النمو داخل الأنايبب. معاملات انتقال الحرارة بين جدران الخزان والأنايبب التي بداخله مع الهواء المتدفق الملاصق لها حسب استخدام العلاقات التجريبية المعروفة لانتقال الحرارة بالحمل القسري.

برنامج حاسوبي بلغة فورتران ٩٠ اعد لحساب توزيع درجات الحرارة على طول الخزان والمصفوفة الحرارية التي بداخله بشكل مستمر. تم تنفيذ البرنامج الحاسوبي لحساب الجريان داخل أنبوب ناعم الجدران معرض إلى انتقال حرارة بالحمل القسري.

لقد وجد بأن هناك توافقا جيدا بين القيم المتنبأ بها للنموذج الرياضي والنتائج العملية المتوفرة [٦] لنفس معدلات التدفق الكتلي ودرجات الحرارة الابتدائية تقريبا للنظام أثناء زمن الاشتغال. لقد وجد بأن أحسن معدن للأنايبب من حيث السعة الحرارية والكفاءة الحرارية هو الفولاذ، النحاس، البراص ومن ثم الألمنيوم بالتتابع. ولكن يفضل الألمنيوم بسبب انخفاض كلفته وخفة وزنه ومقاومته للتآكل في الأجواء الرطبة. لقد تم اختيار معدلات تدفق كتلي مختلفة من مخرج الخزان حيث كانت: ٠,٠٥، ٠,٠٧٥، ١، ١,٢٥، ١,٥ كغم/ثانية على التوالي لتمثل سلوك المنظومة الحقيقية. أنها تحدد طول فترة زمن التشغيل. كذلك درجات حرارة ابتدائية مختلفة قد اختيرت بالتتابع وهي: ٢٨٨، ٢٩٨، ٣٠٥، ٣١٢ كلفن لإظهار تأثيرها على قيم درجات الحرارة النهائية.

Abstract

This work involves the investigation of a heat storage tank based on the principle of sensible heat thermal energy storage technique using a tube material: steel, copper, brass or aluminum as a storage medium for their high heat storage capacity.

A mathematical model has been developed to predict the performance of the storage unit during the period of discharge from the storage tank. The discharge process was assumed as a fast isentropic expansion for air as a perfect gas from a pressurized tank during the operating of a transonic blowdown tunnel. The airflow was passed through the thermal matrix, which composed of (130) smooth surface thin-wall tubes with (14.05 mm) inner diameter as a bundle. The model was based on solving the unsteady state energy equation together with the lumped heat capacity equation in one-dimensional flow with appropriate boundary conditions using explicit finite differences to find the air and tube wall temperatures as a function of time and axial tube distance. During the fast expansion, the temperature drops quickly. So that the aim of this research is to study the capability of using the tubes bundle heat exchanger as a means to stabilize the temperatures drop as much as possible. The relations were formulated for predicting the drop or rise in temperatures inside a storage tank and running time of application when the initial conditions for air and tubes, air flow rate and final stagnation pressure inside the tank were specified.

The analysis was made to investigate the heat transfer between the bundle of tubes and the fully developed incompressible turbulent airflow inside the tubes. Heat transfer coefficients between the tank and tubes walls within and the flowing air adjacent to them has been calculated by using the well-known empirical relations for forced convection heat transfer.

Computer program in Fortran-90 has been constructed to calculate the temperature distribution along the storage tank and thermal matrix within it continuously. The computer program is made to handle the flow inside the smooth tube surfaces exposed to forced convection heat transfer.

A good agreement is found between the model predictions and the available experimental measurement which was made by M.B.Abdul-Gafoor [6] with nearly the same mass flow rates and initial temperatures for the system during the running time. It was found that the best metal of tubes in the heat capacity and thermal efficiency is steel, copper, brass and aluminum respectively. But the aluminum is preferable because of its low cost, lightweight and corrosion-resistant under humid conditions. Different mass flow rates from the tank exit were selected; 0.5, 0.75, 1.0, 1.25 and 1.5 kg/s respectively to simulate the actual system behavior that determined the long of running time period. Also different initial temperatures; 288, 298, 305 and 313 k were respectively chosen to show their effect on the final temperature values.