جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

التقييم الطاقي لنظام تبريد هجين امتصاصي - انضغاطي عامل بوسيط تبريد Co_2

Energy Evaluation Of Hybrid Absorptive - Co_2 Compressive System

اعداد : م. احمد يونس حجازي

المشرف العلمي : أ. د. وجيه محمد خير ناعمة

الملخص

أنجِز في هذا البحث دراسة إمكانية الاستفادة منَ الحرارة المطروحة من مبرد الغاز في الدورة الانضغاطية R744 لتشغيل دورة تبريد امتصاصية تعمل على إضافة أثر تبريدي على الاثر المتولّد نتيجة استخدام دورة التبريد الانضغاطية ، وفقاً لثلاث فرضيات (دورة هجينة بسيطة مع دورة امتصاصية أحادية المرحلة – دورة هجينة بإضافة مبادل استرجاعي لزيادة التسخين SH وامتصاصية أحادية المرحلة –دورة هجينة بمبادل استرجاعي لزيادة التسخين SH ودورة امتصاصية ثنائية المرحلة ذات تدفّق تسلسلي) . أُجريت دراسة نظرية باستخدام برنامج حلّ المعادلات الهندسية EES. وتم الوصول إلى أفضل معامل أداء للدورة الهجينة (5.93) بزيادة في معامل الأداء مقدارها 54.79% ونسبة انضغاط (2.09) محققةً بذلك تقليل نسبة الانضغاط بمقدار 200% عن الدورة الانضغاطية فوق الحرجة $R744$ وذلك باستخدام مبادل حراري استرجاعي SH لزيادة تسخين وسيط التبريد بمقدار ، بالإضافة للدورة 23°C الامتصاصية $H_2O/BrLi$ أحادية المرحلة عند درجة حرارة تكاثف ، وأفضل معامل أداء للدورة 28°C الهجينة (4.3) بزيادة في معامل الأداء مقدارها 59.26% عند نسبة انضغاط (2.57) محققةً بذلك تقليل نسبة الانضغاط بمقدار 144% عن الدورة الانضغاطية فوق الحرجة R744وذلك باستخدام مبادل حراري استرجاعي SH لزيادة تسخين وسيط التبريد بمقدار ، بالإضافة للدورة 30°C الامتصاصية $H_2O/BrLi$ أحادية المرحلة عند درجة حرارة تكاثف 35°C .

القسم العملي

وفق لما تم تقديمه في الجزء النظري اقتُرِح ثلاث نماذج اساسية دُرِست ونوقشت نتائجها :

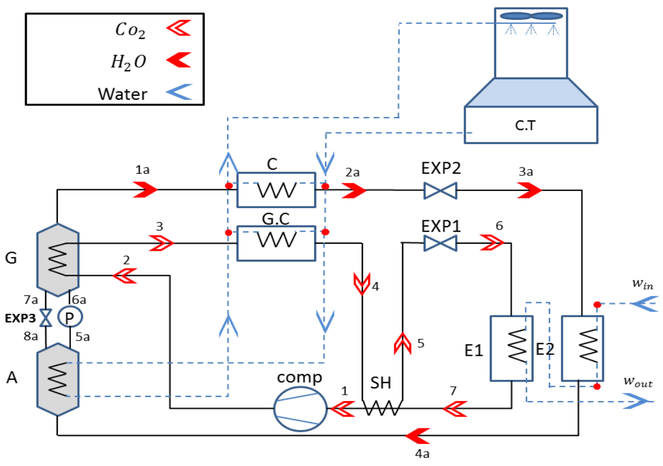
النموذج الاول : الدورة الهجينة (انضغاطية R744– امتصاصية $BrLi/H2O$ أحادية المرحلة)

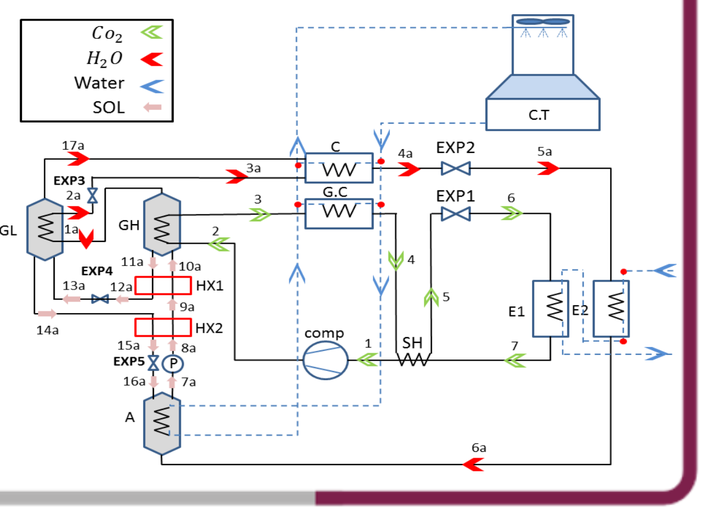
النموذج الثاني : الدورة الهجينة (انضغاطية R744مع مبادل استرجاعي SH– امتصاصية $BrLi/H_2O$ أحادية المرحلة)

النموذج الثالث : الدورة الهجينة (انضغاطية R744مع مبادل استرجاعي SH– امتصاصية $BrLi/H_2O$ ثنائية المرحلة ذات التدفّق التسلسلي)

تم تحديد المعادلات الرياضية الحاكمة لكل نموذج (معادلات موازنة طاقية وكتلية) وتحديد الشروط الحدية الموافقة لكل نموذج بالإضافة للفرضيات العامة والشروط الحدية الموافقة للحالة العامة وفق الشروط المناخية لمدينة دمشق (درجة حرارة التبخر والتكاثف وفق الكود السوري)، وضِعت خوارزمية الحل و تم رسم المخطط الصندوقي لتسلسل عملية الحل واختيار برنامج حل المعادلات الهندسية EES لحل النماذج المقترحة واستخلاص النتائج والمخططات البيانية الموضحة لتأثير المتغيرات على معامل الاداء والانتاجية التبريدية وذلك بعد التحقق من صحة النموذج الرياضي ، حيث تم اختيار برنامج EES بسبب مميزاته المناسبة لهذه الدراسة واحتوائه على مكتبات تؤمن الخواص الثيرموديناميكية لوسائط التبريد المستخدمة .

القسم العملي





القسم النظري

إنَّ زيادة الأضرار البيئية على طبقة الأوزون نتيجة استخدام وسائط التبريد التقليدية (R12 , R22...) وتزايد المحاربة الدولية ضدَّ هذه الوسائط متمثِّلة بمؤتمر مونتريل يُعدُّ مسوِّغاً لاستخدام دورة تبريد انضغاطية عاملة ب وسيط R744. في أواخر الثمانينيات أُعيد النظر في استخدام ثاني أكسيد الكربون بسبب عدم قابليته للاشتعال وعدمُ سميّته بالإضافة لمؤشراته البيئية الجيدة GWP=1،ODP=0. وقد شُرِح في القسم النظري المضخات الحرارية بشكل عام و العاملة بوسيط تبريد R744 بشكل خاص ، حيث أبرزت اهم استخداماتها التاريخية والحالية والمستقبلية بالإضافة لخصائص ثنائي أوكسيد الكربون كوسيط تبريد وما يضيفه من ميزات لدورات التبريد والمضخات الحرارية . كما تم توضيح دورات التبريد الامتصاصية ابتداءً من مبدأ عمل المحاليل الامتصاصية مروراً بأنواع هذه الآلات ومبدأ عملها وصولاً لبعض المحاليل المستخدمة وخواصها، وتم تقديم احدث ما توصلت اليه الدراسات السابقة حول العالم بما يتعلق باستخدام ثنائي اوكسيد الكربون في دورات التبريد والمضخات الحرارية .

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج زيادة في معامل الأداء والاستطاعة التبريدية في كامل مجال الدراسة بالإضافة لتقليل نسبة الانضغاط مقارنة بالدورة الانضغاطية فوق الحرجة R744 . وفق الدراسات المرجعية فإنَّ استخدام دورة تبريد R134a لزيادة تبريد وسيط التشغيل R744 بعد مبرد الغاز أدَّى للحصول على معامل أداء 3.5 ، وفي الدراسة المرجعية العاشرة استُخدمت دورة تبريد امتصاصية أحادية لإعادة تبريد وسيط التشغيل R744بعد مبرد الغاز وبلغت نسبة الزيادة في معامل الأداء 23.4% عند شروط مقاربة لشروط الدراسة الحالية (درجة حرارة تبخر 5°C وتكاثف 35°C) في حين أن نسبة زيادة معامل الأداء الأعظمية المحققة في الدراسة الحالية مقدارها 54.79% عند حرارة تكاثف 28°C و59.26% من أجل حرارة تكاثف 35°C.

المراجع

- P. D'Agaro, M.A. Coppola, G. Cortella,(2020)," *Effect of dedicated mechanical subcooler size and gas cooler pressure control on transcritical CO2 booster systems*", Applied Thermal Engineering (2020), doi: https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.116145
- F. Ill´an-G´omez, V.F. Sena-Cuevas, J.R. García-Cascales, F.J.S. Velasco ,(2021), "*Analysis of the optimal gas cooler pressure of a CO2 heat pump with gas bypass for hot water generation*", Applied Thermal Engineering 182 (2021) 116110
- Rony R-U , Yang H , Krishnan S , Song J , (2019*)," Recent Advances in Transcritical CO2 (R744) Heat Pump System: A Review"*, Published: 31 January 2019, Energies 2019, 12, 457; doi:10.3390/en12030457 .
- براهيم، رحيق. جواد، قصي. محمد، كريمة.(2015)." دراسة تأثير تغير درجة التكاثف على ظاهرة التبلور وأداء منظومات التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية". **مجلة جامعة بابل**. المجلد35 . العراق .